

<http://doi.org/10.51707/2618-0529>  
№ 2 (30) 2024

ISSN 2618-0529 (Print)  
ISSN 2786-4510 (Online)

**ЗАСНОВНИК**

Національний центр  
«Мала академія наук України»  
Видання входить до категорії «Б»  
Переліку наукових фахових видань України  
з технічних наук (наказ МОН України  
від 29.06.2021 р. № 735)  
та з педагогічних наук (наказ МОН України  
від 27.09.2021 р. № 1017)

Ідентифікатор медіа  
R30-05510

**НАУКОВЕ ВИДАННЯ**

Виходить тричі на рік. Видається з 2012 р.  
Свідоцтво про державну реєстрацію  
в Міністерстві юстиції України:  
серія КВ № 24354-14194 ПР від 24.02.2020 р.

**РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ**

**EDITORIAL BOARD**

**ГОЛОВНИЙ РЕДАКТОР**

Стрижак О. Є., д. техн. наук

**CHIEF EDITOR**

Stryzhak O. Ye., D. Sc. in Engineering

**ЧЛЕНИ РЕДАКЦІЙНОЇ КОЛЕГІЇ:**

Андросович К. А., канд. психол. наук  
Биковська О. В., д. пед. наук  
Білик Ж. І., канд. біол. наук  
Глоба Л. С., д. техн. наук  
Гулай О. І., д. пед. наук  
Загородня А. А., д. пед. наук  
Кузьменко О. С., д. пед. наук  
Новогрудська Р. Л., канд. техн. наук  
Романенко Т. В., д. пед. наук  
Терлецька К. В., д. фіз.-мат. наук  
Савченко І. М., канд. пед. наук  
Стучинська Н. В., д. пед. наук  
Шаповалов Є. Б., канд. техн. наук  
Чернецький І. С., канд. пед. наук

**EDITORIAL BOARD MEMBERS:**

Androsovych K. A., PhD in Psychology  
Bykovska O. V., D. Sc. in Pedagogy  
Bilyk Zh. I., PhD in Biology  
Globa L. S., D. Sc. in Engineering  
Hulai O. I., D. Sc. in Pedagogy  
Zahorodnia A. A., D. Sc. in Pedagogy  
Kuzmenko O. S., D. Sc. in Pedagogy  
Novogrudska R. L., PhD in Engineering  
Romanenko T. V., D. Sc. in Pedagogy  
Terletska K. V., D. Sc. in Physics and Mathematics  
Savchenko I. M., PhD in Pedagogy  
Stuchynska N. V., D. Sc. in Pedagogy  
Shapovalov Ye. B., PhD in Engineering  
Chernetskyi I. S., PhD in Pedagogy

**ІНОЗЕМНІ ЧЛЕНИ  
РЕДАКЦІЙНОЇ КОЛЕГІЇ:**

Андрушкевич Ф., д. пед. наук (Польща)  
Антоненко П., канд. техн. і пед. наук (США)  
Левін І., д. техн. наук (Ізраїль)  
Мірцхулава Л., канд. техн. наук (Грузія)

**FOREIGN MEMBERS  
OF THE EDITORIAL BOARD:**

Andruszkiewicz F., D. Sc. in Pedagogy (Poland)  
Antonenko P., PhD in Engineering and Education (USA)  
Levin I., D. Sc. in Engineering (Israel)  
Mirtskhulava L., PhD in Engineering (Georgia)

Рекомендовано до друку Вченою радою  
Національного центру «Мала академія наук України»  
(протокол № 9 від 3 жовтня 2024 р.)  
Статті проходять подвійне сліпе рецензування

Журнал представлено в реферативній базі даних  
Національної бібліотеки імені В. І. Вернадського  
«Україніка наукова», українському реферативному  
журналі «Джерело»

## ЗМІСТ

Ювілейний рік академіка Станіслава Довгого . . . .	3
<i>Довгий С. О., Терлецька К. В.</i> Система математичної освіти в Національному центрі «Мала академія наук України» як інструмент подолання освітніх втрат . . . . .	4
<i>Бабійчук С. М.</i> Впровадження технологій дистанційного зондування Землі в освітній процес Малої академії наук України: ретроспектива, сучасний стан і перспектива . . . . .	13
<i>Широков В. А., Надутенко В. В., Стрижак О. Є., Грітчина А. І., Яременко А. А.</i> Лексикографічні аспекти оцінювання інтелектуального потенціалу учнів . . . . .	23
<i>Копійка О. В.</i> Геоінформатика в системах підтримки прийняття рішень . . . . .	37
<i>Приходнюк В. В., Горборуков В. В., Довга М. І.</i> Автоматизована побудова освітніх нарративів як засіб інформаційно-аналітичної підтримки позашкільної освіти . . . . .	48
<i>Атамась А. І., Чернецький І. С., Василенко В. В.</i> Радіоастрономічний апаратний комплекс моніторингу метеорів для STEM-центру Малої академії наук України . . . . .	58
<i>Довга М. І., Приходнюк В. В., Яременко А. А.</i> Регуляція використання генеративного ШІ в школі: чи може ChatGPT допомогти вчителю розрізнити авторський текст та штучно згенерований? . . . . .	67
<i>Кузьменко О. С., Савченко І. М., Дем'яненко В. Б., Котенко Т. М.</i> Формування гендерно чутливого середовища в інноваційній трансформації науково-освітнього простору: аспект STEM-освіти (in English) . . . . .	77
<i>Шаповалов Є. Б., Білик Ж. І., Шаповалов В. Б., Чернецький І. С., Пащенко Є. Ю.</i> Сучасний вимір проведення експедицій: досвід МАНЛаб та онтологічна обробка даних . . . . .	91
<b>Пещеріна Т. В.</b> Теоретичні і практичні засади організації освітньої діяльності в Національному центрі «Мала академія наук України» . . . . .	103
<i>Андрєєв А. М., Андрєєва О. А.</i> Творче середовище як фактор результативності STEAM-підходу до проєктної діяльності здобувачів освіти . . . . .	111
<i>Касьянов Д. В.</i> Гейміфікація в сучасних українських дослідженнях . . . . .	119
<i>Лук'янова Л. Б., Сімела К. Ф., Овчарук О. В.</i> Вивчення потенціалу наукових онлайн-досліджень для задоволення сучасних потреб: міжнародні перспективи (in English) . . . . .	128
<i>Шевченко І. М.</i> Наукове мовлення: лінгвістичні і педагогічні аспекти . . . . .	137

## CONTENTS

Anniversary year of academician Stanislav Dovhyi . . . .	3
<i>Dovhyi S. O., Terletska K. V.</i> The system of mathematics education in the National Center “Junior Academy of Sciences of Ukraine” as an instrument for overcoming learning losses . . . . .	4
<i>Babiichuk S. M.</i> Introduction of remote sensing technologies in the educational process of the Junior Academy of Sciences of Ukraine: retrospective, current conditions and prospects . . . . .	13
<i>Shyrokov V. A., Nadutenko M. V., Stryzhak O. Ye., Gritchina A. I., Yaremenko A. A.</i> Lexicographic aspects of assessing students’ intellectual potential . . . . .	23
<i>Kopiika O. V.</i> Geoinformatics in decision-making support systems . . . . .	37
<i>Prykhodniuk V. V., Gorborkov V. V., Dovha M. I.</i> Automated construction of educational narratives as a means of informational and analytical support of extracurricular education . . . . .	48
<i>Atamas A. I., Chernetskiy I. S., Vasilenko V. V.</i> Radioastronomic hardware complex of meteor monitoring for the STEM-center of the Junior Academy of Sciences of Ukraine . . . . .	58
<i>Dovha M. I., Prykhodniuk V. V., Yaremenko A. A.</i> Spotting generative AI in school: can ChatGPT help a teacher distinguish between authored and artificially generated text? . . . . .	67
<i>Kuzmenko O. S., Savchenko I. M., Demianenko V. B., Kotenko T. M.</i> Formation of a gender-sensitive environment in the innovative transformation of the scientific and educational space: the aspect of STEM education . . . . .	77
<i>Shapovalov Ye. B., Bilyk Zh. I., Shapovalov V. B., Chernetskiy I. S., Pashchenko Ye. Yu.</i> Modern dimension of expeditions: MANLab experience and ontological data processing . . . . .	91
<b>Peschnerina T. V.</b> Theoretical and practical principles of organization of educational activities in the National Center “Junior Academy of Sciences of Ukraine” . . . . .	103
<i>Andreev A. M., Andreyeva O. A.</i> Creative environment as a factor of performance of the STEAM approach to the project activity of education acquisitions . . . . .	111
<i>Kasyanov D. V.</i> Gamification in contemporary ukrainian research . . . . .	119
<i>Lukianova L. B., Symela K. F., Ovcharuk O. V.</i> Exploring the potential of online scientific research to meet modern needs: international perspective . . . . .	128
<i>Shevchenko I. M.</i> Scientific speech: linguistic and pedagogical aspects . . . . .	137



## ЮВІЛЕЙНИЙ РІК АКАДЕМІКА СТАНІСЛАВА ДОВГОГО

---

**Президенту Центру ЮНЕСКО з наукової освіти  
«Мала академія наук України»  
Станіславу Олексійовичу ДОВГОМУ —  
70 років!**

Редакція «Наукових записок Малої академії наук України» від імені всіх співробітників Національного центру «Мала академія наук України» та регіональних відділень, усіх МАНівців бажає Вам, Станіславе Олексійовичу, подальшої творчої наснаги, творчих сил, реалізації усіх Ваших задумів та планів!

Хай притаманні Вам чудові людські якості — вимогливість і тактовність, працьовитість і скромність, наполегливість і цілеспрямованість, глибока ерудиція і широта мислення, доброзичливість і чуйність і далі об'єднують навколо Вас талановитих, творчо орієнтованих особистостей. Хай і надалі сяйво досягнутих Вами результатів у справі розбудови наукової освіти бачать в усьому світі.

Бажаємо Вам, Станіславе Олексійовичу, доброго здоров'я, мирного неба, родинного щастя, невичерпної енергії та подальших творчих звершень в ім'я України!

С. О. Довгий,  
К. В. Терлецька

## СИСТЕМА МАТЕМАТИЧНОЇ ОСВІТИ В НАЦІОНАЛЬНОМУ ЦЕНТРІ «МАЛА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ» ЯК ІНСТРУМЕНТ ПОДОЛАННЯ ОСВІТНІХ ВТРАТ

**Анотація.** У статті розглядається проблема освітніх втрат у математичній сфері, яка загострилася через тривале дистанційне навчання під час пандемії та повномасштабну війну в Україні. За даними PISA — 2022, рівень математичної грамотності українських школярів значно знизився, особливо в сільських школах. Завдяки академічній гнучкості та широкому спектру напрямів діяльності система позашкільної математичної освіти Національного центру «Мала академія наук України» (далі — НЦ «МАНУ») є інструментом подолання освітніх втрат і підвищення рівня математичної компетентності учнів. Стаття окреслює основні складові цієї системи, включаючи популяризацію математики, навчання вихованців, навчання педагогів та створення навчальних просторів. Описується роль лабораторії математичних наук НЦ «МАНУ», яка впроваджує інноваційні освітні продукти, зокрема через мультидисциплінарні підходи, інтеграцію знань із різних наукових галузей та практичне застосування математичних знань. Популяризація математики здійснюється через організацію конкурсів, олімпіад та наукових конференцій, а також співпрацю з університетами та науково-дослідними інститутами. Важливим заходом є святкування Міжнародного дня числа Пі, яке об'єднує тисячі школярів і студентів по всій країні. Для навчання вихованців НЦ «МАНУ» пропонує різноманітні позашкільні курси й літні школи, спрямовані на закріплення шкільного матеріалу та розвиток дослідницьких навичок. Навчання педагогів передбачає проведення семінарів і курсів підвищення кваліфікації, які допомагають вчителям упроваджувати нові методики викладання математики. Створення навчальних просторів і музейна педагогіка сприяють наочному вивченню математичних понять через використання моделей та інтерактивних завдань. Отже, система позашкільної математичної освіти НЦ «МАНУ» є ефективним інструментом подолання освітніх втрат і підвищення математичної грамотності українських школярів.

**Ключові слова:** математична освіта, наукова освіта, система Малої академії наук України, подолання освітніх втрат.

**Постановка проблеми.** Як у національних освітніх документах, так і в міжнародних рекомендаціях математична компетентність визнана однією з ключових навичок для учнів [1; 2]. Зокрема, у звітах PISA (Міжнародна програма з оцінювання освітніх досягнень учнів) і TIMSS (Міжнародне порівняльне дослідження якості математичної та природничої освіти)

наголошується на важливості практичного аспекту природничо-математичної освіти. Рекомендується навчати учнів використовувати набуті в школі знання в життєвих ситуаціях, що підкреслює значення математичної освіти для загального розвитку особистості. Виклики у вигляді тривалого дистанційного навчання під час пандемії призвели до того, що середній рівень успішності з усіх предметів суттєво знизився у всіх країнах, включаючи держави-члени ОЕСР (згідно

з дослідженням PISA — 2022) [3]. В Україні додатковим чинником стала повномасштабна війна, що призвело до падіння результату в математичній сфері на 12 балів порівняно з попереднім циклом. 58 % українських школярів досягли базового, другого із шести, рівня математичної грамотності, а 32 % — третього рівня і вище. Відставання України від країн ОЕСР у математиці становить приблизно півтора року навчання за стандартами PISA, а учні із сільської місцевості відстають від своїх однолітків із великих міст більше ніж на чотири з половиною роки. Результати з математики значно різняться залежно від типу закладу освіти. Усе вищезазначене обумовлює виклики, які стоять перед освітою в Україні, але водночас дають можливість створити інструменти компенсації освітніх втрат.

Окреслену проблему було висвітлено на слуханнях у Комітеті Верховної Ради з питань освіти, науки та інновацій на тему «Освітні втрати й освітні розриви на рівні загальної середньої освіти: вимірювання та механізми подолання» (травень 2023 р.) [4]. У висновку рішення про затвердження рекомендацій слухань зазначено, що освітні втрати можуть призвести до негативних наслідків для всього суспільства загалом, тому необхідно терміново вжити заходів для надолуження розривів та освітніх втрат.

На цей момент НАПН України вже проведено роботу щодо створення методик діагностики освітніх втрат у загальній середній освіті України [5], представлено рекомендації щодо організації програм із надолуження освітніх втрат [6] і розроблено безкоштовні курси «Наздоженемо: курс про подолання освітніх втрат» ГС «Освіторія» за підтримки Представництва Дитячого фонду ООН (ЮНІСЕФ), в тому числі з математики [7]. В цій статті буде відзначено роль НЦ «МАНУ», який об'єднує заклади позашкільної освіти України, в подоланні освітніх втрат саме з математики.

**Мета статті** — описати систему позашкільної математичної освіти в НЦ «МАНУ», окреслити її складові та роль у подоланні освітніх втрат.

Система математичної освіти в НЦ «МАНУ» являє собою гнучкий інструмент, що дає змогу реалізувати рішення щодо подолання освітніх втрат із математики, які були наведені як у документі «Рекомендації щодо організації програм з надолуження освітніх втрат» МОН та ЮНІСЕФ [5], так і в рекомендаціях ЮНЕСКО [6]:

1. Виокремлення для навчання ключового матеріалу.

2. Збільшення кількості навчальних годин.

3. Підвищення ефективності навчання.

Завдяки роботі гуртків та проведенню додаткових курсів у системі Малої академії наук України збільшується кількість навчальних годин із математики, а створення навчальних програм із позашкільної освіти дає змогу консолідувати зміст освіти відповідно до рівнів навчальних досягнень учнів, тобто повторення тем, які мали бути вивчені в попередніх класах. Також збільшення тривалості неформального навчання забезпечується проведенням різноманітних літніх математичних шкіл для вихованців. Ці школи пропонують програми з повторення та надолуження базових тем, але з допомогою неформальної освіти. Створення математичних освітніх просторів у школах, де учні можуть провести час на перервах, музеїв математики, куди молодь зазвичай приходять на вихідних, також значно збільшує час неформального навчання математики.

Багато напрямів системи математичної освіти НЦ «МАНУ» реалізує лабораторія математичних наук. Її основними принципами у створенні освітніх продуктів є:

1. Мультидисциплінарність.

2. Відкритість і доступність.

3. Навчання на основі проблемних питань.

4. Зв'язок отриманих знань із реальним життям.

5. Залучення досвіду міжнародної спільноти.

НЦ «МАНУ» реалізує різнопланову роботу як із підлітками, так і з педагогами, науковцями. Розглянемо основні напрями діяльності системи математичної освіти НЦ «МАНУ» (рис. 1):

- популяризація математики;
- навчання вихованців;
- навчання педагогів;
- створення навчальних просторів. Музейна педагогіка.

Розглянемо більш детально роботу лабораторії математичних наук НЦ «МАНУ» і роль кожного з напрямів у загальній математичній освіті й у подоланні освітніх втрат.

**Популяризація математики.** Популяризація математики в системі Малої академії наук України є важливим аспектом освіти та розвитку молодих талантів, а також інструментом подолання освітніх втрат за рахунок підтримання учнівської молоді в позашкільний час

НАПРЯМ	ЗАХОДИ
ПОПУЛЯРИЗАЦІЯ МАТЕМАТИКИ	Міжнародний день числа Пі, Всеукраїнська наукова Пі-конференція, математична Пі-олімпіада, конкурс командних головоломок
НАВЧАННЯ ВИХОВАНЦІВ	Курси в рамках всеукраїнських профільних шкіл, літні математичні онлайн-школи, лекції для школярів
НАВЧАННЯ ПЕДАГОГІВ	Педагогічні майстерні, курси підвищення кваліфікації, круглі столи та семінари
СТВОРЕННЯ НАВЧАЛЬНИХ ПРОСТОРІВ МУЗЕЙНА ПЕДАГОГІКА	Педагогічні майстерні для вчителів, уроки математики в музеях

Рис. 1. Напрями діяльності системи математичної освіти НЦ «МАНУ»

та організації заходів для дітей із різним рівнем знань. НЦ «МАНУ» організовує численні конкурси, олімпіади та наукові конференції, щоб залучити школярів до вивчення математики. Важливу роль у популяризації математики також відіграє співпраця з університетами та науково-дослідними інститутами, що надає учням доступ до сучасних досліджень і технологій.

Однією з ключових подій щодо популяризації математики є святкування дня числа Пі. Цей день відзначається в багатьох країнах 14 березня (тобто має вигляд 3/14). 26 листопада 2019 р. на 40-й сесії Генеральної конференції ЮНЕСКО проголосила 14 березня Міжнародним днем математики. Тому щороку оголошується нова тема святкування дня математики, вона спонукає шукати зв'язки між математикою і різними галузями. НЦ «МАНУ» був ініціатором проведення Міжнародного дня числа Пі в Україні. 2022 р. центр став офіційним амбасадором Міжнародного дня математики в Україні [8], а взагалі цей день у нас відзначають, починаючи із 2019 р. Так, щороку під час святкування дня числа Пі проводяться масштабні заходи для талановитої молоді. Мала академія наук є ініціатором проведення Всеукраїнських наукових Пі-конференцій із нагоди Міжнародного дня числа Пі для школярів та студентів. Ці заходи покликані активізувати роботу з популяризації математики, професійної орієнтації та залучення молоді до дослідницької роботи і продемонструвати важливість математики для всіх. Завданням конференції є підтримка талановитих школярів і студентів, які проявляють інтерес до науково-дослідницької діяльності.

Протягом тижня по всій Україні проводяться відкриті заходи з популяризації математики: численні конкурси, лекторії, олімпіади, інтелектуальні змагання. Партнерами свята стали найбільші університети, академічні інститути та школи, як-от: Київський столичний університет імені Бориса Грінченка, Київський академічний університет, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Інститут математики НАН України, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Перший державний «Музей науки» Малої академії наук України, науково-дослідницька школа «Базис», ліцей «Наукова зміна», Київська Мала академія наук учнівської молоді. В рамках підготовки до цього свята у 2024 р. була проведена педагогічна майстерня «Як цікаво організувати день числа Пі», в якій взяло участь близько 700 вчителів із різних регіонів України. Було також підготовано методичні вказівки для закладів освіти «3 і 14 порад, як провести день числа  $\pi$ ». Після проведення різноманітних заходів до НЦ «МАНУ» надійшли звіти із 238 установ, серед них 207 звітів від шкіл, ліцеїв, гімназій, училищ, дитячих садків, 22 звіти від українських університетів, 8 — від територіальних відділень та один від обласного департаменту освіти й науки. У всеукраїнському святкуванні згідно з наданими відомостями взяло участь близько 15 000 школярів та студентів. Багато шкіл використали запропоновані Малою академією наук методичні матеріали і провели ігри та конкурси, які подані в методичних вказівках «3 і 14 порад, як провести день числа  $\pi$ ». Популярними були активності «Хаотичні

танці», «Ханойська вежа», «Математична переправа», «Голки Бюффона», «Хрестики-нулики», «Зникнення клітини», «Кути і мотузки» та конкурси, запропоновані під час майстер-класів для вчителів — слухачів курсу «Як цікаво провести день числа  $\pi$ ». Слід зазначити, що понад 40 шкіл із Луганської, Донецької та Харківської областей, які нині перебувають у складних умовах, змогли провести це свято в онлайн-форматі і дати можливість долучити учнів до святкування цього дня в міжнародному масштабі. Це відбулося певною мірою завдяки відповідальності вчителів та організації спільноти МАН, завдяки зусиллям яких триває онлайн-навчання на територіях, що межують із зоною бойових дій.

Отже, проведення всеукраїнських заходів, олімпіад та конференцій з математики за участю провідних інститутів та університетів стимулює учнів до самостійного вивчення математики та підвищує їхню впевненість у собі. Конкурси й олімпіади з математики підносять престиж науки, зміцнюють зв'язки між закладами освіти і науковими установами, сприяють подоланню освітніх втрат.

**Навчання вихованців.** НЦ «МАНУ» постійно створює нові позашкільні навчальні курси науково-дослідницького спрямування. Вони мають на меті підготувати вихованців до проведення дослідницької роботи і демонструють зв'язок математики з іншими дисциплінами та реальним життям. Для подолання освітніх втрат у НЦ «МАНУ» також проводяться заняття, які передбачають повторення та закріплення шкільного матеріалу. Вони проводяться в рамках роботи

гуртків, у формі онлайн- або офлайн-курсів, літніх математичних шкіл. Особливістю розробок лабораторії математичних наук НЦ «МАНУ» є демонстрація практичних застосувань математичних знань. Такі здебільшого прикладні, наочні задачі можуть доволі легко викликати у школярів природний інтерес до математики та природничих наук. Наприклад, у курсі «Математика як інструмент мислення» розкриваються математичні ідеї, розуміння яких дає змогу не тільки ефективно розв'язувати математичні задачі, а й навчитися вирішувати інші практичні завдання з реального життя. Учні залучаються до проектної діяльності, завдяки якій вони можуть застосувати свої знання у реальних життєвих ситуаціях, що допомагає їм краще зрозуміти і засвоїти матеріал.

Інший напрям розвитку математичних здібностей та залучення молоді до математики — це один із найдавніших інструментів для тренування мозку, які придумало людство, — математичні головоломки. Головоломка — це задача, яка викликає подив, її розв'язання потребує чималої винахідливості, саме ж рішення може бути контринтуїтивним або навіть парадоксальним. Саме за допомогою нестандартних задач і головоломок можна зацікавлювати математикою і демонструвати вихованцям, що не варто довіряти своїм відчуттям, що все треба перевіряти й рахувати. В НЦ «МАНУ» розроблено відеокурс для вчителів «Головоломки», методичний посібник «Навчання на основі головоломок» [9], створені набори головоломок для роботи з учнями на математичних гуртках (рис. 2). Використання математичних



Рис. 2. Набори головоломок для роботи з учнями на математичних гуртках

ігор, головоломок та інтерактивних завдань робить навчання більш захопливим та ефективним, підвищує мотивацію учнів і покращує їхні навички розв'язання задач.

Як зазначалося вище, важливим принципом у створенні освітніх продуктів є принцип мультидисциплінарності, який полягає в інтеграції знань і методів із різних дисциплін для розроблення комплексних та інноваційних навчальних матеріалів і програм. Цей підхід спрямований на те, щоб забезпечити більш глибоке та різнобічне розуміння теми, сприяти розвитку критичного мислення і творчих навичок у вихованців, а також підготувати їх до розв'язання складних проблем у реальному світі. Такий підхід використовується в розроблених науковцями НЦ «МАНУ» курсах: «Створи свою гру на Unity», де вихованці створюють віртуальні всесвіти й аналізують фізичні закони руху тіл; «Цікава фізика», де окрім великої кількості практичних експериментів аналізуються помилки на прикладі відомих сюжетів із фільмів та мультфільмів; «Математика і мистецтво», де математичні ідеї подаються через різноманітні мистецькі ідеї. У цих курсах об'єднані концепції та методи з різних наукових галузей для створення цілісного освітнього продукту, що дає змогу вихованцям бачити взаємозв'язки між різними дисциплінами. Розроблення курсів відбувається із залученням експертів із різних галузей для створення навчальних програм, що забезпечує різноманітність підходів і точок зору. При цьому використовуються комплексні, багатосторонні завдання, які відображають реальні проблеми та ситуації, що сприяє розвитку навичок розв'язання проблем. Отже, принцип мультидисциплінарності забезпечує більш ефективне і всебічне навчання, готуючи вихованців до сучасних викликів і даючи їм інструменти для успішного вирішення комплексних завдань.

**Навчання педагогів** є важливим для поширення інноваційних форм роботи з вихованцями. Організація семінарів, тренінгів (у тому числі із залученням міжнародних експертів) та курсів підвищення кваліфікації дає їм змогу ознайомлюватися з новими методиками викладання та сучасними підходами до навчання математики і допомагає ефективніше долати освітні втрати у своїх учнів. При цьому вкрай важливим є формування професійних спільнот вчителів математики для обміну досвідом, методиками та матеріалами. Саме таку спільноту вчителів

формує система Малої академії наук України. Для підвищення ефективності навчання вихованців НЦ «МАНУ» проводить постійне навчання педагогів. Щокварталу як співробітниками лабораторії, так і запрошеними лекторами проводяться педагогічні майстерні, курси підвищення кваліфікації вчителів.

Зупинимось на курсах підвищення кваліфікації вчителів, які були проведені із залученням математиків — викладачів зі США. Від початку 2022 р. було проведено три таких курси в рамках математичного гуртка Sunflower Bluebird від альянсу математичних гуртків корінного населення (AIMS) США. Вони включали онлайн-гуртки з математики, після яких вчителі-учасники проводили у своїх закладах освіти учнівські математичні гуртки в різних форматах. Після цього проводилося заняття-практикум з учителями, на якому вони ділилися й обмінювалися досвідом. Кожен семінар був незалежним від інших, залучаючи як новачків, так і досвідчених учасників. Перед кожною лекцією учасники отримували інформаційні бюлетені, які давали можливість підготуватися до неї. Підсумки кожного семінару публікувалися на вебсайті окремими документами для подальшого використання [10].

Під час опитування, проведеного за результатами курсу, багато вчителів відзначили, що ці семінари відкрили їм очі на нестандартний підхід до викладання математичних матеріалів і неklasичних математичних тем. Викладачів найбільше надихало спілкування з однодумцями, які поділяли їхню пристрасть до математики. Під час практичних занять вони мали можливість обмінюватися досвідом проведення унікальних та нестандартних уроків. Цей обмін ідеями значно сприяв розвитку творчості, підвищенню мотивації та активізації різних глибинних аспектів особистості педагога. Викладачі відчували себе більш вільними й упевненими у своїй професійній діяльності, що давало їм змогу краще реалізувати свій потенціал. Під час занять учителі часто ставали на місце учнів, виконуючи цікаві й захопливі завдання, що значно збагачувало їхній професійний досвід. Один із головних педагогічних аспектів курсів підвищення кваліфікації полягав у створенні атмосфери довіри та підтримки. У такій атмосфері викладачі могли розкритися, поділитися своїми ідеями й відчувати себе учнями, які знову відкривають для себе





Рис. 3. Експонати для математичних просторів

захопливий світ математики. Цей підхід сприяв не лише професійному, а й особистісному зростанню вчителів, надаючи їм нові перспективи у викладанні. Вони отримували можливість переглянути свої методи викладання, інтегруючи в них нові творчі підходи і неklasичні теми. Такий досвід давав їм змогу ефективніше залучати учнів до освітнього процесу, роблячи його більш цікавим та інтерактивним.

**Створення навчальних просторів. Музейна педагогіка.** Абстрактні математичні поняття, інноваційні ідеї та концепції часто важко зрозуміти та осмислити, оскільки вони не мають прямих аналогів у повсякденному житті, що ускладнює їх засвоєння у шкільному курсі математики після 5 класу. І для великого відсотка школярів розуміння математики відбувається не за допомогою формул, рівнянь та абстрактних символів. Багато учнів потребують наочних прикладів математичних закономірностей та можливості перевірити ці закони на практиці. Із цією проблемою щодня стикаються вчителі математики і шукають можливості демонструвати математику за допомогою наочних моделей. Власне, такий напрям і пропагує лабораторія математичних наук НЦ «МАНУ», яка займається створенням наочних моделей для математичних навчальних просторів. За допомогою цих моделей можна розв'язувати математичні задачі, грати в математичні ігри, розробляти виграшні стратегії, перевіряти відомі математичні факти, конструювати певні геометричні припущення

та перевіряти їх. Запропоновані наочні моделі (рис. 3) дають змогу візуалізувати різноманітні математичні ідеї — від геометричних теорем до алгебраїчних виразів та різноманітних головоломок. Такі комплекти Мала академія наук пропонує для зон креативності, які рекомендується створити у шкільних кабінетах математики.

Для візуалізації та пояснення математичних ідей можна також використовувати витвори мистецтва і проводити заняття в музеях. Це сучасний освітній тренд — музейна педагогіка, яка ґрунтується на міждисциплінарному підході в умовах музейного середовища. Такий підхід називається STEAM. Окрім науки, технології, інженерії, математики він містить ще один компонент — Art. Завдяки інтеграції мистецтва, математики та природничих наук можна зробити заняття цікавими для більшості учнів. Сприймаючи інтегровані мистецтво й математику, школярі навчаються розширювати усвідомлення того, ким вони є насправді: і математиками, і митцями. Такі уроки зі STEAM було розроблено лабораторією математичних наук НЦ «МАНУ» разом із Київським національним музеєм мистецтв імені Богдана та Варвари Ханенків. Вони проводилися для київських школярів на постійній основі до початку військової агресії росії.

Уроки математики в навчальних просторах, музеях є ефективним напрямом у сучасній освіті, про що свідчать різноманітні дослідження [11]. Під час занять слухачі краще засвоюють матеріал, а особливо це корисно тим учням,

які мають труднощі із традиційним навчанням. У музеях і просторах діти та дорослі вчаться через гру і здобувають досвід отримання знань через взаємодію й експерименти з експонатами, в такий спосіб продовжуючи час навчання математики без формального збільшення кількості годин на цей предмет.

**Висновки.** НЦ «МАНУ» є майданчиком, де вчені та викладачі розробляють методики наукової освіти для гурткової роботи в школах, проводять тренінги для вчителів, популяризують математичні знання і створюють простори для неформального навчання математики. Інтеграція знань із різних дисциплін сприяє створенню цілісних навчальних продуктів, що має на меті підвищення загального рівня математичної грамотності і стимулює інтерес до наукових досліджень серед молоді.

Усі перелічені напрями забезпечують кращу наочність і доступність математичних знань, збільшують час навчання математики поза межами школи та впливають на підвищення мотивації учнів до навчання. Все це робить систему математичної освіти НЦ «МАНУ» ефективним інструментом подолання освітніх втрат.

#### Список використаних джерел

1. Recommendation of the European Parliament and of the Council of 18 December 2006 on key competences for lifelong learning (2006/962/EC). *Official Journal of the European Union*. 30.12.2006. L 394/10–394/18.
2. Про деякі питання державних стандартів повної загальної середньої освіти : Постанова Кабінету Міністрів України від 30.09.2020 р. № 898. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/898-2020-%D0%BF#Text> (дата звернення: 14.06.2024).
3. Національний звіт за результатами міжнародного дослідження якості освіти PISA-2022 / Г. Бичко та ін. ; за ред. В. Терещенка, І. Клименко. Київ : Український центр оцінювання якості освіти, 2023. 395 с.
4. Про затвердження Рекомендацій слухань у Комітеті на тему «Освітні втрати й освітні розриви на рівні загальної середньої освіти: вимірювання та механізми подолання» : Рішення Комітету Верховної Ради з питань освіти, науки та інновацій від 08.06.2023 р. URL: <https://kno.rada.gov.ua/uploads/documents/38605.pdf> (дата звернення: 14.06.2024).
5. Діагностика та компенсація освітніх втрат у загальній середній освіті України : метод. рекомендації / за заг. ред. О. М. Топузова ; уклад. М. В. Головки. Київ : Педагогічна думка, 2023. 187 с.
6. Рекомендації щодо організації програм з надолуження освітніх втрат. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/news/2023/07/31/Unicef.Immediate.actions.frame.proofreading.ua.1-31.07.2023.pdf> (дата звернення: 15.06.2024).
7. Наздоженемо: курси про подолання освітніх втрат. URL: <https://osvitoria.university/courses/nazdojenemo/> (дата звернення: 15.06.2024).
8. International Day of Mathematics. URL: <https://www.idm314.org/> (дата звернення: 15.06.2024).
9. Терлецька К. В., Антошина К. О. Навчання на основі головоломок : навч. посіб. Київ : Національний центр «Мала академія наук України», 2023. 364 с.
10. The Sunflower Bluebird. URL: <https://aimathcircles.org/the-sunflower-bluebird/> (дата звернення: 15.06.2024).
11. Mathematics Houses and Their Impact on Mathematics Education / A. Rejali et al. Proceedings of the 13th International Congress on Mathematical Education, Hamburg, Germany, 24–31 July 2016. Springer : Cham, Switzerland, 2017. Pp. 679–680.

#### References

1. Recommendation of the European Parliament and of the Council of 18 December 2006 on key competences for lifelong learning. (2006/962/EC). *Official Journal of the European Union*. 30.12.2006. L 394/10–394/18.
2. Постанова Кабінету Міністрів України Про деякі питання державних стандартів повної загальної середньої освіти від 30 вер. 2020 року № 898 [Resolution of the Cabinet of Ministers on some issues of state standards of comprehensive general secondary education from September 30 2020, № 898]. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/898-2020-%D0%BF#Text> [in Ukrainian].
3. Bychko, H., Vakulenko, T., Lisova, T., Mazorchuk, M., Tereshchenko, V., Rakov, S. et al. (2023). *Natsionalnyi zvit za rezultatamy mizhnarodnoho doslidzhennia yakosti osvity PISA-2022 [National Report on the Results of the International Study of Educational Quality PISA-2022]*. V. Tereshchenko, I. Klymenko (Eds.). Kyiv : Ukrainian Center for Educational Quality Assessment [in Ukrainian].
4. Rishennia Komitetu Verkhovnoi Rady z pytan osvity, nauky ta innovatsii Pro zatverdzhennia Rekomendatsii slukhan u Komiteti na temu "Osvitni vtraty y osvitni rozryvy na rivni zahalnoi serednoi osvity: vymiriuvannia ta mekhanizmy podolannia" vid 8 cherv. 2023 roku [Decision of the Committee of the Verkhovna Rada on Education, Science and Innovation On the Approval of the Recommendations of the Committee

- Hearings on the Topic “Educational Losses and Gaps at the Level of General Secondary Education: Measurement and Mechanisms for Overcoming” from June 8 2023]. Retrieved from <https://kno.rada.gov.ua/uploads/documents/38605.pdf> [in Ukrainian].
5. Topuzov, O. M. (Eds.). (2023). *Diahnostyka ta kompensatsiia osvitychiv vtrat u zahalnyi serednii osviti Ukrainy* [Diagnosis and Compensation of Educational Losses in General Secondary Education in Ukraine]. Kyiv [in Ukrainian].
  6. Rekomendatsii shchodo orhanizatsii prohram z nadoluzhennia osvitychiv vtrat [Recommendations for Organizing Programs to Compensate of Educational Losses]. Retrieved from <https://mon.gov.ua/storage/app/media/news/2023/07/31/Unicef.Immediat.actions.frame.proofreading.ua.1-31.07.2023.pdf> [in Ukrainian].
  7. Nazdozhenemo: kursy pro podolannia osvitychiv vtrat [Let’s Catch Up: Courses on Overcoming Educational Losses]. Retrieved from <https://osvitoria.university/courses/nazdozhenemo/> [in Ukrainian].
  8. International Day of Mathematics. Retrieved from <https://www.idm314.org/>
  9. Terletska, K. V., & Antoshyna K. O. (2023). *Navchannia na osnovi holovolomok* [Puzzle-Based Learning]. Kyiv : Natsionalnyi tsentr “Mala akademiia nauk Ukrainy” [in Ukrainian].
  10. The Sunflower Bluebird. Retrieved from <https://aimathcircles.org/the-sunflower-bluebird/>
  11. Rejali, A., Taylor, P., Tabesh, Y., Germoni, J., & Rafiepour, A. (2017). Mathematics Houses and Their Impact on Mathematics Education. Proceedings of the 13th International Congress on Mathematical Education, Hamburg, Germany (pp. 679–680). Springer : Cham, Switzerland.

S. O. Dovhyi,  
K. V. Terletska

#### THE SYSTEM OF MATHEMATICS EDUCATION IN THE NATIONAL CENTER “JUNIOR ACADEMY OF SCIENCES OF UKRAINE” AS AN INSTRUMENT FOR OVERCOMING LEARNING LOSSES

**Abstract.** *The paper addresses the issue of learning losses in mathematics, exacerbated by prolonged distance learning during the pandemic and the full-scale war in Ukraine. According to PISA-2022 data, the level of mathematical literacy among Ukrainian students has significantly declined, especially in rural schools. Thanks to academic flexibility and a wide range of activities, the system of extracurricular mathematical education of the National Center “Junior Academy of Sciences of Ukraine” (NC “JASU”) serves as a tool for overcoming educational losses and enhancing students’ mathematical competence. The paper outlines the main components of this system, including the popularization of mathematics, pupil’s education, teacher training, and the creation of learning spaces. It describes the role of the NC “JASU”’s Laboratory of Mathematical Sciences, which implements innovative educational products through multidisciplinary approaches, integration of knowledge from various scientific fields, and practical applications of mathematical knowledge. Mathematics popularization is achieved through organizing competitions, olympiads, and scientific conferences, as well as collaboration with universities and research institutes. A significant event is the celebration of Pi Day, which engages thousands of students and teachers across the country. For student education, NC “JASU” offers various extracurricular courses and summer schools aimed at reinforcing school material and developing research skills. Teacher training includes seminars and professional development courses that help educators implement new teaching methods in mathematics. The creation of learning spaces and museum pedagogy promotes the visual study of mathematical concepts through the use of models and interactive tasks. Thus, the extracurricular mathematical education system of NC “JASU” is an effective tool for overcoming learning losses and improving the mathematical literacy of Ukrainian students.*

**Keywords:** *mathematical education, scientific education, system of Junior Academy of Sciences of Ukraine, overcoming learning loss.*

**ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРІВ**

**Довгий Станіслав Олексійович** — д. фіз.-мат. наук, професор, академік Національної академії наук України, академік Національної академії педагогічних наук України, президент Малої академії наук України, м. Київ, Україна, pryjmalnya@gmail.com; ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-1078-0162>

**Терлецька Катерина Валеріївна** — д. фіз.-мат. наук, завідувачка лабораторії фізико-технічних наук, НЦ «Мала академія наук України», м. Київ, Україна, kterletska@gmail.com; ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-9928-7042>

**INFORMATION ABOUT THE AUTHORS**

**Dovhyi S. O.** — D. Sc. in Physics and Mathematics, Professor, Academician of the National Academy of Sciences of Ukraine, Academician of the National Academy of Educational Sciences of Ukraine, President of Junior Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine, pryjmalnya@gmail.com; ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-1078-0162>

**Terletska K. V.** — D. Sc. in Physics and Mathematics, Head of the Laboratory of Physical and Technical Sciences, NC "Junior Academy of Sciences of Ukraine", Kyiv, Ukraine, kterletska@gmail.com; ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-9928-7042>

Стаття надійшла до редакції / Received 31.05.2024

С. М. Бабійчук

# ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ В ОСВІТНІЙ ПРОЦЕС МАЛОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ: РЕТРОСПЕКТИВА, СУЧАСНИЙ СТАН І ПЕРСПЕКТИВА

**Анотація.** У статті висвітлено досвід впровадження технологій дистанційного зондування Землі в освітній процес Малої академії наук України як освітньої інновації. Визначено, окреслено та узагальнено умовних десять етапів впровадження цієї інновації, зокрема: виявлення суперечності, зародження ідеї щодо подолання цієї суперечності, розроблення інновації, апробація інновації, перевірка ефективності інновації, корегування інновації відповідно до результатів попереднього етапу, масштабування, перевірка ефективності інновації у масштабуванні, удосконалення інновації та органічна інтеграція або стагнація. Згідно з визначеними етапами впровадження технологій дистанційного зондування Землі в освітній процес Малої академії наук України, окреслено їхню результативність. Зокрема, в огляді першого етапу — виявлення суперечності — описано деякі міжнародні проекти, метою яких є впровадження технологій ДЗЗ в освітню практику шкільного рівня: застосування супутникових знімків Landsat в шкільній освіті (Велика Британія); проект FIS (Німеччина); проект Colors of Earth (Польща); проект YCHANGE (Чехія — Німеччина — Естонія — Швейцарія); проект GLOBE (США) та ін. Їх наведено у порівнянні з проектами, які реалізовані в Україні і мають стосунок до сфери ДЗЗ, а саме: секцією «ГІС у географії» Київської Малої академії наук України, проектами Sally Ride EarthKAM та GLOBE від NASA за участю учнів з України. Подано візуальне представлення моделі авторської інформаційно-освітньої системи природничо-наукової підготовки учасників освітнього процесу МАНУ до застосування технологій ДЗЗ. На основі ретроспективного аналізу впровадження технологій ДЗЗ в освітній процес Малої академії наук України окреслено сучасний стан та перспективи розвитку цієї інновації.

**Ключові слова:** Мала академія наук України, дистанційне зондування Землі, супутникові знімки.

**Постановка проблеми.** Технологія дистанційного зондування Землі (далі — ДЗЗ) з 2012 р. активно впроваджується в освітній процес Малої академії наук України. З 2017 р. технології ДЗЗ були об'єднані з геоінформаційними системами (далі — ГІС), оскільки в сукупності ці дві науки створюють замкнений цикл роботи з геоданими. Супутникові знімки — першоджерело інформації, вони надають учневі можливість працювати з актуальними, об'єктивними та глобальними геоданими. У свою чергу технології

ГІС дають змогу ґрунтовно та швидко аналізувати й у різний спосіб відображати опрацьовані геодані у вигляді карт, картосхем, діаграм, гістограм тощо. Ідея поєднання технологій ГІС та ДЗЗ, безумовно, мала осучаснити освітній процес відділення наук про Землю Малої академії наук України (далі — МАНУ), проте існувала низка системних труднощів, зокрема, педагогічного, технічного, організаційного характеру. Щоб їх подолати та в перспективі організувати й підтримувати цей освітній напрям у територіальних відділеннях МАНУ, було створено лабораторію «ГІС та ДЗЗ» у Національному

центрі «МАНУ», науковим керівником якої від часу її заснування є президент МАНУ Станіслав Олексійович Довгий.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

Питанню впровадження технологій ДЗЗ в освітній процес закладів загальної середньої та позашкільної освіти присвячено праці здебільшого закордонних науковців, тому що для України це новий напрям освіти, який активно розвивається. Однією з перших публікацій, в якій описано застосування супутникових знімків в освітньому процесі на рівні школи, була стаття «Дистанційне зондування в географії середньої школи: місце MSS Landsat» («Remote Sensing in Secondary School Geography: the Place of Landsat MSS»), опублікована в академічному журналі «Географія» 1985 р. [1]. Хоч перший штучний супутник і був запущений 1957 р. СРСР, до складу якого тоді входила Україна, але ми не знайшли жодних свідчень про те, що супутникові дані, які отримували науковці того часу, використовувались в освіті шкільного рівня.

Перші напрацювання для освітньої сфери у цьому напрямі здійснено вже за часів відновлення незалежної України, зокрема у роботі Галини Байрак і Богдана Мухи [2], а також у працях Даценко Людмили та Остроуха Віталія [3]. Науковці окреслили можливість використання даних супутникового моніторингу Землі в освітньому процесі та їхнього аналізу у середовищі ГІС, зокрема розробили навчальні програми, посібники, організували курси для освітян. Це, безумовно, був важливий етап ознайомлення освітянської спільноти з технологіями ГІС та ДЗЗ, який створив передумови для подальших наукових розвідок, в тому числі з позиції педагогіки. Отже, в Україні вища школа має значний досвід вивчення технологій супутникового моніторингу Землі, проте щодо теоретичного і практичного їх впровадження в освітній процес шкільного рівня педагогічна думка все ще потребує фундаментальних напрацювань.

**Метою статті** є узагальнення етапів впровадження технологій дистанційного зондування Землі в МАНУ як освітньої інновації.

**Виклад основного матеріалу.** Ініціативи, спрямовані на інтеграцію технологій ДЗЗ у шкільну (як формальну, так і неформальну) освіту, можна умовно поділити на два кластери за географічною ознакою: європейський кластер, зосереджений навколо Європейського космічного

агентства (European Space Agency), і північно-американський кластер, зосереджений навколо Національного управління з аеронавтики і дослідження космічного простору (The National Aeronautics and Space Administration (NASA)). Європейським космічним агентством започатковані такі ініціативи: Європейські центри космічної освіти (European Space Education Resource Office), Академія Copernicus (Copernicus Academy), проекти YCHANGE, EO4GEO, Columbus Eye тощо. Ініціативи Європейського космічного агентства спрямовані на розширення використання даних супутникового моніторингу Землі в освітньому процесі через проекти, заходи, освітні курси для дітей і курси перепідготовки вчителів. Особливий акцент робиться на популяризації даних місії Sentinel Європейського космічного агентства. Варто зазначити, що певні проекти та можливості доступні винятково для освітян і студентів, які проживають на території Європейського Союзу, а це створює додаткові виклики для української освіти щодо інтеграції у цьому напрямі. З іншого боку, ініціативи Національного управління з аеронавтики і дослідження космічного простору більш глобальні й мають довшу історію. Найвідомішими програмами є GLOBE, Sally Ride EarthKAM, NASA Kids' Club, NOAA та багато інших проєктів та активностей, які можуть бути використані у шкільній освіті.

В Україні системне вивчення основ ДЗЗ на рівні загальної середньої освіти, зокрема позашкільної, започатковано відносно недавно. Воно відрізняється від тих механізмів і проєктів, які використовують у вищезгаданих організаціях, тому методика дослідження ми описали відповідно до етапів розвитку і формування інновацій в освітньому процесі МАНУ.

**1. Виявлення суперечності.** Виявлення суперечності між ідеальними (еталонними, тими, до яких потрібно прагнути) та реальними умовами використання технологій ГІС та ДЗЗ в освітньому процесі МАНУ. За основу результатів цього етапу ми брали найбільш відомі освітні практики впровадження технологій ГІС та ДЗЗ в освітній процес і досвід інших країн з різною формою підтримки (бюджетною, грантовою тощо).

*Велика Британія.* Одну з перших згадок про важливість застосування супутникового моніторингу Землі в освітньому процесі ми знайшли

у вигляді наукової статті «Remote Sensing in Secondary School Geography: the Place of Landsat MSS» у журналі «Географія» за 1985 р. [1]. У ній зазначається, що попри широкі можливості застосування супутникових знімків Landsat в освітньому процесі шкіл Великої Британії це впровадження відбувається повільно. Водночас застосування супутникового моніторингу під час вивчення географії у декількох курсах продемонструвало позитивний вплив на освітні результати, особливо при створенні карт та дослідженні природних феноменів. У статті зазначено п'ять причин для застосування даних супутникового моніторингу Землі в освітньому процесі шкіл, а саме:

1) учні позитивно сприймають використання супутникових знімків у навчанні, особливо під час дослідження знайомих їм територій;

2) масштаб знімків дає змогу широко досліджувати регіональні зв'язки, що може стосуватися вивчення як окремих узагальнюючих тем (пустелі, льодовики тощо), так і територій (Африка, Південна Америка тощо);

3) супутник Landsat може робити знімки однієї території через певний період, тож учні мають змогу їх порівнювати і досліджувати зміни, які відбуваються на земній поверхні;

4) дані супутникових знімків Landsat зберігаються у цифровому форматі, завдяки чому можна створювати й оновлювати просторово прив'язану інформацію у вигляді архівів;

5) супутникові знімки в освітньому процесі можна порівнювати з паперовими картами, планами, атласами тощо.

У згаданій статті представлено вісім ресурсів, які містять знімки Landsat і можуть бути використані в освітньому процесі, зокрема: підручники, атласи, набори слайдів, пакети супутникових зображень, відеофільми, постери, календарі й оригінальні негативи [1].

*Німеччина.* FIS — це німецька аббревіатура від повної назви проекту «Дистанційне зондування в школах» (*англ.* Remote Sensing in Schools (FIS = German acronym)). Реалізацією ідей проекту FIS опікується Географічний інститут Боннського університету (*англ.* Geographic Institute of Bonn University) спільно із закладами загальної середньої освіти за фінансової підтримки Німецького аерокосмічного центру (*нім.* Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)) та Федерального міністерства економіки та технологій

Німеччини (*нім.* Duitse Federale Ministerie van Economie en Technologie (BMWi)). Задля найбільш комфортного та результативного впровадження ДЗЗ у шкільну освіту в межах програми FIS розроблено цифрові навчальні матеріали, які можна використовувати без встановлення програм на свій ПК, приміром створені на базі функціоналу Flash plug-in (<https://www.fis.uni-bonn.de/en/node/22>). На офіційному сайті проекту представлено детально розроблені заняття для школи, зокрема, з таких предметів, як біологія, географія, комп'ютерні науки, математика та фізика, де використано інформацію із супутникових знімків. Значні успіхи впровадження ДЗЗ в освіту Німеччини описано у наукових роботах [4].

*Польща.* У статті «Міждисциплінарне навчання з використанням супутникових знімків як спосіб упровадження дистанційного зондування Землі в середній школі» («Interdisciplinary Teaching Using Satellite Images as a Way to Introduce Remote Sensing in Secondary School») польських науковців з Медичного коледжу Ягеллонського університету та Центру космічних досліджень Польської академії наук описується проект «Кольори Землі» (Colors of Earth) [5], що об'єднав знання з різних предметів та дав змогу продемонструвати їхнє практичне застосування. Освітній зміст проекту мав прямі зв'язки з основними навчальними програмами школи Польщі, зокрема: географією (аналіз земельного покриття навколо школи), фізикою (електромагнітні хвилі), інформаційно-комунікаційними технологіями (використання цифрових даних і програмного забезпечення) та біологією (людський зір). До цього проекту були залучені 39 викладачів середніх шкіл і 184 школярі (К-9 та К-10) протягом літнього семестру 2019/2020 навчального року. Вчителі, які брали участь у проекті, викладали такі предмети: географію (9), біологію (8), хімію (4), фізику (9), математику (5) та інформатику (4). Через обмеження внаслідок пандемії COVID-19 освітня діяльність проводилася дистанційно з використанням мережі Інтернет. Учасники, волонтери з різних польських шкіл, мали можливість заздалегідь отримати доступ до підготовлених даних і програмного забезпечення. Після занять були зібрані думки викладачів і студентів щодо проекту. Опитування учителів проводилося з використанням чотирьох основних запитань: 1) Яка ваша думка щодо

проєкту? Думаєте, це може бути цікаво учням у школі? 2) Як ви вважаєте, чи можна реалізувати цей проєкт у школі? На які труднощі при цьому ви очікуєте? 3) Які, на вашу думку, переваги та недоліки проєкту? 4) Чи можуть такі проєкти вплинути на майбутню кар'єру та напрями навчання учнів? Щодо першого запитання 92 % вчителів зауважили, що проєкт цікавий і може бути застосований для подальшого масштабування у закладах освіти. Щодо другого запитання усі вчителі погодилися, що проєкт можна або навіть слід імплементувати у школі. Однак майже половина з них запропонувала його як додаткові заняття, а не звичайний урок. Загалом 15 учителів зазначили, що наявність комп'ютерів може бути проблемою, особливо коли весь клас працюватиме за ними. Чверть з них висловили стурбованість тим, що їм доведеться заздалегідь витратити багато часу на підготовку до опанування програмного забезпечення. Вони припустили, що підготовка детальних інструкцій для учнів заздалегідь зробить їхню роботу простішою та комфортнішою. Відповіді на третє запитання розділилися таким чином: позитивними сторонами проєкту названо те, що учасники працювали з реальними даними (87 %), могли корегувати проєкт відповідно до регіонів та інтересу (79 %), створювати свій власний колір (тобто комбінувати діапазони електромагнітного спектра, в якому знімає супутник) карти (64 %) та поєднувати знання з різних предметів (49 %). Цікаво, що кілька (18 %) вчителів визначили останній момент як складність проєкту, запит про додаткові освітні матеріали для себе був найпоширенішим недоліком проєкту, про який згадували 64 % вчителів. У відповідях на останнє запитання «Чи можуть такі проєкти вплинути на майбутню кар'єру та напрями навчання учнів?» 24 % учителів припустили, що це може залежати від профілю класу та предметів, з якими вони прагнуть поєднати свою кар'єру. Вчителі вважали, що такий проєкт нічого не змінить для учня, який приєднався до біологічно-хімічного класу з наміром у майбутньому вивчати медицину, але може вплинути на решту класу. Це справді так, бо старшокласник знає лише кілька популярних професій, як-от будівельник, архітектор або геодезист, і не знає багатьох інших. Найповніша відповідь на це запитання надійшла від вчителя математики: «Нам обов'язково потрібно розширити кругозір учнів. Вони

завичай замислюються про те, щоб навчатись звичним професіям: вони знають лише деякі з найпопулярніших галузей. Будь-яка діяльність, як ця, показує їм щось нове і може надихнути хоча б деяких учнів. Звичайно, далеко не кожен пов'яже майбутню професію з дистанційним зондуванням Землі, але кожен побачить, що воно існує, а це вже багато» [5].

*Чехія — Німеччина — Естонія — Швейцарія.* Міжнародний проєкт YCHANGE — «Молоді вчені як дослідники змін — студенти оцінюють екологічні зміни в Європі за допомогою технологій цифрового простору» (Young Scientists as Change Explorers — Students Evaluating Environmental Change in Europe with Digital Space Technologies) мав на меті підвищити компетентність учителів і учнів у роботі із супутниковими знімками, а також допомогти учням використовувати їх, щоб дізнатися про взаємодію людини з навколишнім середовищем і навчити моніторити зміни довкілля. У цьому дворічному проєкті спільно працювали дослідники з Талліннського університету (Естонія), Карлового університету в Празі (Чехія), Гайдельберзького університету освіти (Німеччина) та Школи освіти FHNW (Швейцарія). Вагома частина питань, на які мала дати відповідь участь у проєкті YCHANGE, стосувалася самооцінки компетентностей учителів з різних країн-учасниць, а саме: «Якими компетентностями, на вашу думку, володіють учителі перед початком навчання?», «Чи впливає на рівень компетентностей те, з якої країни походять учасники проєкту і якою мовою розмовляють, зокрема в швейцарських кантонах?», «Чи вплинула участь у проєкті на оцінку власних компетентностей у галузі ДЗЗ?», «Як вчителі бачать навчальну програму, приклади проєктів, учнівські проєкти, вебплатформу й ефективність освітнього процесу із застосуванням даних ДЗЗ?».

Учасники проєкту з усіх країн переважно зазначили, що не знали абсолютно нічого або майже нічого про можливості застосування супутникових знімків в освітньому процесі. Компетентність учасників щодо аналізу екологічних змін була в середньому низькою, хоча зміни навколишнього середовища є центральною частиною географічної освіти. Проте неочікувані цифри щодо самооцінки компетентностей організатори отримали після курсів для вчителів. Так, деякі учасники зі Швейцарії фактично повідомили про зниження рівня своїх компетенцій



у галузі ДЗЗ після тренінгового заходу порівняно з даними, отриманими до початку заходу. Можливо, це відбулося внаслідок усвідомлення масштабності можливостей ДЗЗ, про які вони дізналися власне з тренінгу. У Німеччині 100 % респондентів зауважили, що покращили свій рівень компетентностей після освітнього курсу: підвищили здатність використовувати супутникові знімки самостійно (100 %) та в освітньому процесі, яким опікуються (85,7 %), отримали навички аналізувати зміни навколишнього середовища (100 %).

Також організатори проєкту аналізували відкриті коментарі учасників. Зокрема, один з них: «*Google Планета Земля — це програмне забезпечення дуже цікаве, але я нічого не дізнався під час уроку про дистанційне зондування Землі*», — свідчить про нерозуміння учасником проєкту того, що в основі програми «Google Планета Земля» власне і є аналіз супутникових знімків. Онлайн-опитувальники з деяких із цих курсів мають достатньо низьку якість через невелику вибірку, але демонструють певне покращення щодо компетентностей, які оцінюються самостійно кожним учителем. Загалом матеріали YCHANGE та навчальні заходи були оцінені позитивно більшістю учасників проєкту [6].

*США.* Проєкт GLOBE від NASA. Окрім розглянутих вище країн, використання ДЗЗ як інструменту для викладу навчальних тем природничого напрямку у початкових класах (для учнів 2 та 3 класів) США описано в роботі Н. Адактилоу [7]. Це дослідження показало, що для застосування ДЗЗ в освіті надзвичайно важливо мати доступні адекватні та відповідні ресурси, а також ефективне сприяння.

Також була вивчена ефективність використання ДЗЗ в освіті Італії [8] та Греції [9], зокрема при дослідженні наслідків змін клімату.

Такий досвід впровадження даних супутникового моніторингу Землі в освітній процес в інших країнах та міжнародних проєктах ми порівняли з українськими реаліями, де впровадження даних супутникового моніторингу Землі є точковим (проєкт Sally Ride EarthKAM від NASA, участь українських закладів освіти у програмі GLOBE від NASA, секція «ГІС у географії» Київської МАН, окремі ініціативи й освітні проєкти, якими, зокрема, займалися науковці в межах діяльності МАНУ).

**2. Зародження ідеї щодо подолання цієї суперечності.** Цей етап передбачав окреслення технічних передумов впровадження технологій ДЗЗ в освітній процес МАНУ, зокрема вибір хмарних сервісів, які дають змогу аналізувати відкриті дані супутникових знімків. Важливим компонентом, який допоміг сформува-ти і структурувати ідею, було оприлюднення Європейським космічним агентством хмарного сервісу EO Browser, який має інтуїтивно зрозумілий інтерфейс і містить супутникові дані спостереження за Землею від 1972 р. місії Landsat-1 до актуальних даних місії Sentinel-2 та Sentinel-5P, а головне — надає відкриті дані з базовою можливістю їх обробки й аналізу. Також визначено, що ефективними для освітнього процесу МАНУ можуть стати сервіси Google Earth Pro та WorldView.

Наступні етапи на практиці мають достатньо умовний поділ з огляду на те, що розроблення, апробація та впровадження технологій ДЗЗ в освітній процес МАНУ відбувалися інколи одночасно.

**3. Розроблення інновації.** На цьому етапі передбачалося з'ясувати практичну готовність освітян використовувати дані супутникового моніторингу Землі в освітньому процесі. Для того щоб учителі мали можливість сформу-вати уявлення про таку опцію, ми підготували курс «*Основи ДЗЗ*» із трьох лекцій і трьох практичних, розрахований на 15 годин. Він складався з таких тем: «*Ознайомлення з EO Browser (на прикладі завантаження космічного знімка території м. Києва)*»; «*Оцінювання наслідків надзвичайних ситуацій (на прикладі лісової пожежі в Херсонській області)*» та «*Дослідження водних об'єктів (на прикладі оцінювання динаміки весняного водопілля на півночі Київської та Чернігівської областей)*». Ці практичні роботи згодом увійшли в робочий зошит комплексу «*Основи дистанційного зондування Землі: історія та практичне застосування*».

**4. Апробація інновації.** З 2017 до 2019 р. ми провели комплекс семінарів для освітян м. Києва за програмою курсу «*Основи ДЗЗ*». На цьому етапі були залучені 193 вчителі здебільшого географії, екології, історії та біології. Заняття для освітян окремо кожного з районів м. Києва проводилися в очному форматі у комп'ютерних класах, де вчителі, окрім теорії, могли самостійно опанувати функціонал хмарного сервісу EO Browser, який ми описували у курсі.

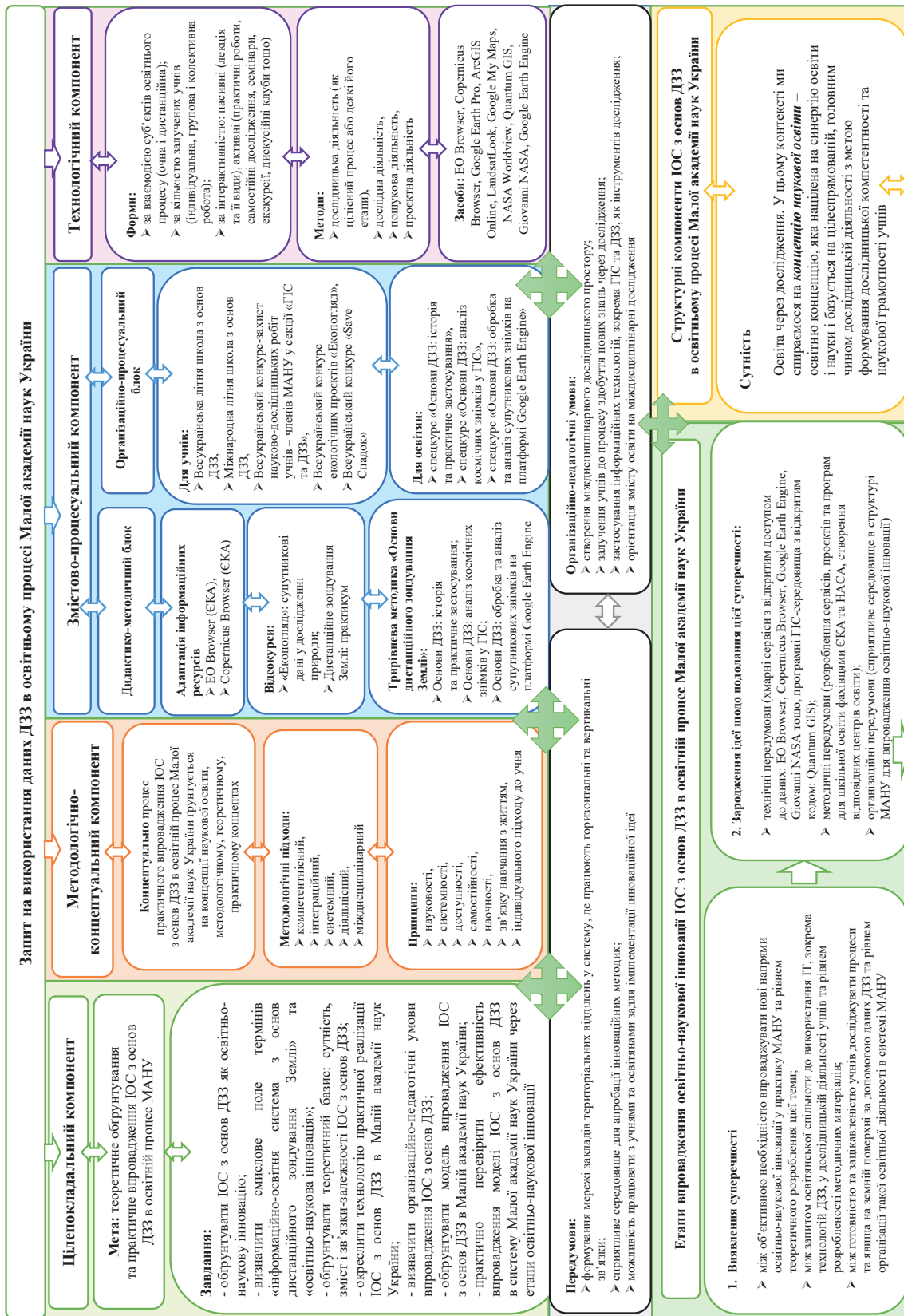


Рис. 1а. Модель авторської інформаційно-освітньої системи природничо-наукової підготовки учасників освітнього процесу МАНУ до застосування технологій ДЗЗ

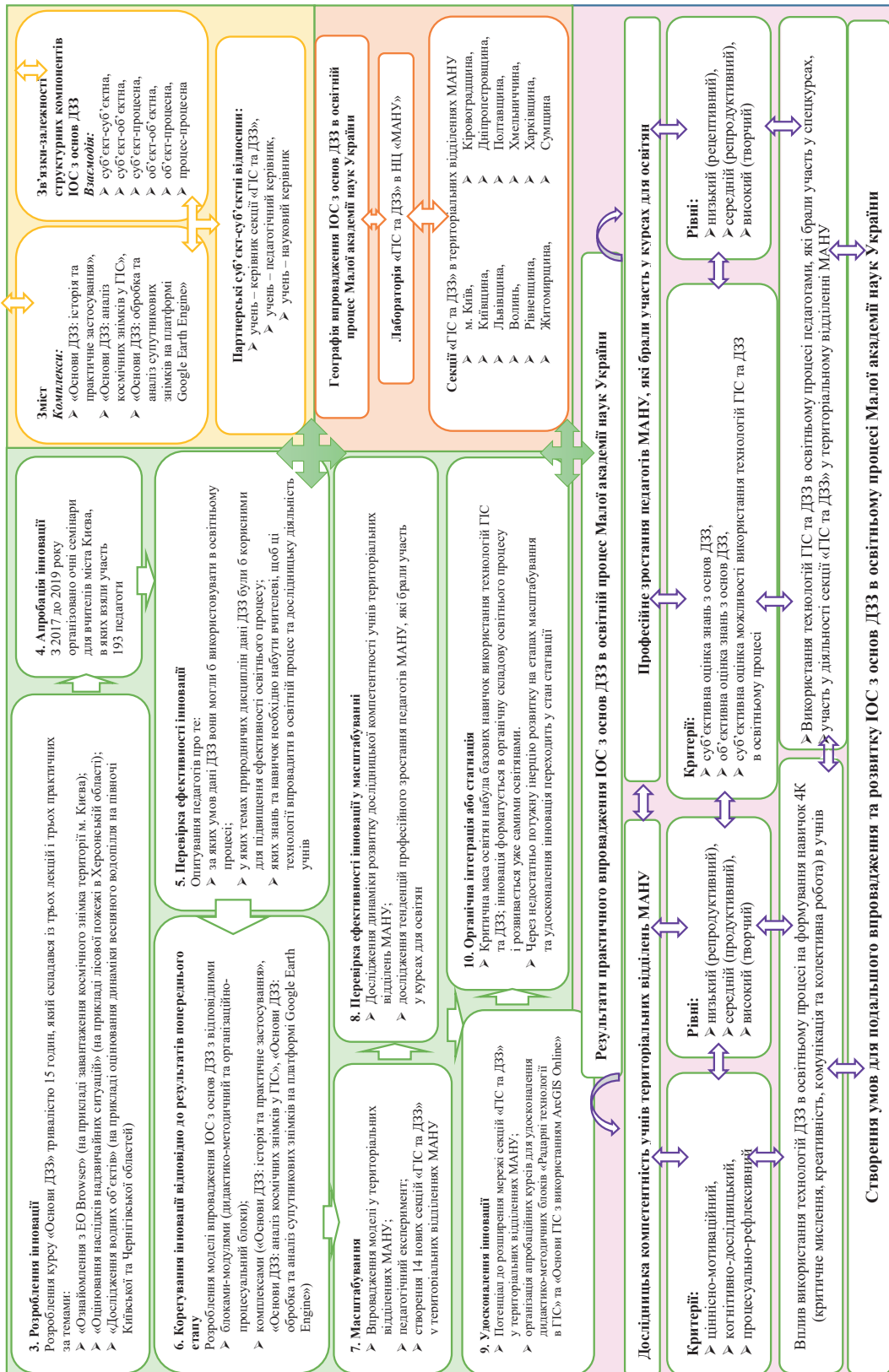


Рис. 16. Модель авторської інформаційно-освітньої системи природничо-наукової підготовки учасників освітнього процесу МАНУ до застосування технологій ДЗЗ

**5. Перевірка ефективності інновації.** На цьому етапі ми аналізували анкети освітян одразу після занять за такими критеріями: суб'єктивна оцінка знань з основ ДЗЗ; об'єктивна оцінка знань з основ ДЗЗ; суб'єктивна оцінка можливості використання технологій ГІС та ДЗЗ в освітньому процесі. Важливим завданням для нашого дослідження було зібрати відгуки від освітян про те, чи корисні інструменти ГІС та ДЗЗ конкретно для закладів освіти, в яких вони викладають; у чому вони вбачають складність використання цих інструментів; що ми можемо зробити, аби допомогти вирішити чи зменшити цю складність. Наша мета складалася з двох компонентів: 1) перевірити гіпотезу про низький рівень обізнаності з технологіями ГІС та ДЗЗ більшості вчителів, у тому числі природничих спеціальностей, і якщо вона підтвердиться, то для формування спільноти тих, з ким можна проводити подальше розроблення і апробацію методики, ознайомити їх з уже існуючими можливостями, які надають Європейське космічне агентство і Національне управління з аеронавтики і дослідження космічного простору у використанні даних супутникового моніторингу Землі в освітньому процесі; 2) зрозуміти запити освітян, а саме: які теми і в якому форматі вони хотіли б навчитися досліджувати за допомогою ГІС та ДЗЗ. Загалом складність досягнення самої мети полягала у тому, що вчителі мало знайомі з інструментами ГІС та ДЗЗ, тому не використовують їх в освітньому процесі й не розуміють можливості, які створюють ці технології для підвищення ефективності освітнього процесу.

**6. Корегування інновації відповідно до результатів попереднього етапу.** На цьому етапі ми розробляли модель впровадження технологій ДЗЗ в освітній процес МАНУ — Модель авторської інформаційно-освітньої системи природничо-наукової підготовки учасників освітнього процесу МАНУ до застосування технологій ДЗЗ з відповідними блоками-модулями та комплексами з урахуванням результатів попереднього етапу. Також на цьому етапі ми уклали дидактико-методичне забезпечення та умови для реалізації організаційно-процесуального блоку (рис. 1а, 1б).

**7. Масштабування.** На цьому етапі відбулася реалізація організаційно-процесуального

блоку. Курси для педагогів мали на меті ознайомити освітянську спільноту з методикою використання технологій ГІС та ДЗЗ в освітньому процесі, мотивувати і надати необхідні знання та навички, щоб учасники курсів потенційно змогли очолити секції «ГІС та ДЗЗ» у територіальних відділеннях МАНУ, організувати педагогічне та наукове керівництво учнівськими роботами. Для учнів були організовані такі заходи: Міжнародна та Всеукраїнська літні школи з основ ДЗЗ, Всеукраїнський конкурс екологічних проєктів «Екопогляд» [10] та Всеукраїнський конкурс «Save Спадок». Цей етап створив передумови для розширення мережі секцій «ГІС та ДЗЗ» у територіальних відділеннях МАНУ.

**8. Перевірка ефективності інновації у масштабуванні.** На цьому етапі ми досліджували, як модель видозмінюється та розширюється внаслідок масштабування у роботі секцій «ГІС та ДЗЗ» чотирнадцяти територіальних відділень МАНУ: м. Києва, Київщини, Львівщини, Волині, Рівненщини, Житомирщини, Закарпаття, Буковини, Хмельниччини, Харківщини, Сумщини, Полтавщини, Кіровоградщини, Дніпропетровщини. Зокрема, у Сумському та Львівському територіальних відділеннях організували регіональні літні школи з основ ДЗЗ.

**9. Удосконалення інновації.** Зараз процес упровадження інновації перебуває між попереднім і цим етапом. Теперішні напрями удосконалення: переклад українською мовою функціоналу хмарного сервісу Copernicus Browser Європейського космічного агентства, апробація та укладання комплексу «Основи дистанційного зондування Землі: аналіз космічних знімків у геоінформаційних системах», організація курсів за темами «Радарні технології в ГІС» та «Основи ГІС з використанням ArcGIS Online». Також у межах цього дослідження ми створюємо умови для реалізації перспективних напрямів впровадження технологій ДЗЗ в освітній процес МАНУ, зокрема: технологізації освітнього процесу, розширення його міждисциплінарності, забезпечення широкої мережі міжнародної співпраці та розвою освіти для сталого розвитку та відновлення.

**10. Органічна інтеграція або стагнація.** У своїй діяльності ми прагнемо органічно інтегрувати технології ДЗЗ в освітній процес не лише МАНУ, але й закладів загальної середньої освіти, тобто щоб вони використовувалися

не як додатковий компонент до змісту, а як за-сіб підвищення ефективності освітнього проце-су разом іншими — паперовими типами карт, фізичними та цифровими моделями рельєфу тощо.

**Висновки.** Дані ДЗЗ, безумовно, осучасню-ють освітній процес відділення наук про Зем-лю МАНУ. Водночас це багаторічна, системна і комплексна робота, яка передбачає управлін-ські, дослідницькі (зі сфери педагогіки), органі-заційні (розроблення компонентів організацій-но-процесуального та дидактико-методичного блоків) і стратегічні рішення. Шлях упроваджен-ня технологій ДЗЗ в освітній процес МАНУ ми умовно узагальнили й окреслили десять ета-пів: виявлення суперечності, зародження ідеї щодо подолання цієї суперечності, розроблен-ня інновації, апробація інновації, перевірка ефективності інновації, корегування інновації відповідно до результатів попереднього етапу, масштабування, перевірка ефективності інно-вації у масштабуванні, удосконалення інновації та органічна інтеграція або стагнація.

#### Список використаних джерел

- Curran P., Wardley N. Remote Sensing in Secondary School Geography: the Place of Landsat MSS. *Geography*. 1985. № 70 (3). Pp. 237–240. URL: <https://www.jstor.org/stable/40570957> (дата звер-нення: 24.06.2024).
- Байрак Г. Р., Муха Б. П. Дистанційні дослідження Землі : навч. посіб. Львів : Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2010. 712 с.
- Даценко Л. М., Остроух В. І. Основи геоінформацій-них систем і технологій : навч. посіб. Київ, 2013. 184 с.
- Voss K., Goetzke R., Thierfeldt F., Menz G. Integrating Applied Remote Sensing Methodology in Secondary Education. *IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium*. Barcelona, 2007. Pp. 2167–2169.
- Dziob D., Krupiński M., Woźniak E., Gabryszewski R. Interdisciplinary Teaching Using Satellite Images as a Way to Introduce Remote Sensing in Secondary School. *Remote Sensing*. 2020. № 12 (18), 2868. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs12182868>.
- Schulman K. et al. Training Teachers to Use Remote Sensing: The YCHANGE Project. *Review of International Geographical Education (RIGEO)*. 2021. № 11 (2). Pp. 372–409.
- Adaktylou N. Remote Sensing as a Tool for Phenomenon-Based Teaching and Learning at the Elementary School Level: a Case Study for the Urban Heat Island Effect. *International Journal of Educational Methodology*. 2020. № 6 (3). Pp. 517–532.
- Amici S., Tesar M. Building Skills for the Future: Teaching High School Students to Utilize Remote Sensing of Wildfires. *Remote Sensing*. 2020. № 12 (21), 3635. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs12213635>.
- Asimakopoulou P. et al. Earth Observation as a Facilitator of Climate Change Education in Schools: The Teachers' Perspectives. *Remote Sensing*. 2021. № 13 (8), 1587. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs13081587>.
- Babiichuk S. M., Dovgyi S. O., Davybidia L. I. Remote sensing as a tool for science education and engagement: the case of the All-Ukrainian competition «Ecoview». *EGU General Assembly 2024*. Vienna, Austria, 14–19 Apr 2024. EGU 24–6381. DOI: <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu24-6381>.

#### References

- Curran, P., & Wardley, N. (1985). Remote Sensing in Secondary School Geography: the Place of Landsat MSS. *Geography*, 70 (3), 237–240. Retrieved from <https://www.jstor.org/stable/40570957>.
- Bairak, H. R., & Mukha, B. P. (2010). *Dystantsiini doslidzhennia Zemli [Remote sensing of the Earth]*. Lviv : Vydavnychiy tsentr LNU imeni Ivana Franka [in Ukrainian].
- Datsenko, L. M., & Ostroukh, V. I. (2013). *Osnovy heoinformatsiinykh system i tekhnolohii [Fundamentals of geographic information systems and technologies]*. Kyiv [in Ukrainian].
- Voss, K., Goetzke, R., Thierfeldt, F., & Menz, G. (2007). Integrating Applied Remote Sensing Methodology in Secondary Education. *Proceedings of the IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium*. (Pp. 2167–2169). Barcelona.
- Dziob, D., Krupiński, M., Woźniak, E., & Gabryszewski, R. (2020). Interdisciplinary Teaching Using Satellite Images as a Way to Introduce Remote Sensing in Secondary School. *Remote Sensing*, 12 (18), 2868. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs12182868>.
- Schulman, K., Fuchs, S., Hämmerle, M., Kisser, T., Laštovička, J., Notter, N. et al. (2021). Training Teachers to Use Remote Sensing: The YCHANGE Project. *Review of International Geographical Education (RIGEO)*, 11 (2), 372–409.
- Adaktylou, N. (2020). Remote Sensing as a Tool for Phenomenon-Based Teaching and Learning at the Elementary School Level: a Case Study for the Urban Heat Island Effect. *International Journal of Educational Methodology*, 6 (3), 517–532.
- Amici, S., & Tesar, M. (2020). Building Skills for the Future: Teaching High School Students to Utilize

- Remote Sensing of Wildfires. *Remote Sensing*, 12 (21), 3635.  
DOI: <https://doi.org/10.3390/rs12213635>.
9. Asimakopoulou, P., Nastos, P., Vassilakis, E., Hatzaki, M., & Antonarakou, A. (2021). Earth Observation as a Facilitator of Climate Change Education in Schools: The Teachers' Perspectives. *Remote Sensing*, 13 (8), 1587.  
DOI: <https://doi.org/10.3390/rs13081587>.
10. Babiichuk, S. M., Dovgyi, S. O., & Davybida, L. I. (2024). Remote sensing as a tool for science education and engagement: the case of the All-Ukrainian competition "Ecoview". *EGU General Assembly 2024*. Vienna, Austria, 14–19 Apr 2024, EGU 24-6381.  
DOI: <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu24-6381>.

S. M. Babiichuk

#### INTRODUCTION OF REMOTE SENSING TECHNOLOGIES IN THE EDUCATIONAL PROCESS OF THE JUNIOR ACADEMY OF SCIENCES OF UKRAINE: RETROSPECTIVE, CURRENT CONDITIONS AND PROSPECTS

**Abstract.** *The article describes the experience of introducing remote sensing technologies into the educational process of the Junior Academy of Sciences of Ukraine as an educational innovation. Ten conditional stages of implementation of this innovation are identified, specified and generalized, in particular: identification of contradiction, generation of an idea, development of innovation, testing of innovation, verification of effectiveness of innovation, correction of innovation in accordance with the results of the previous stage, scaling, verification of effectiveness of innovation in scaling, improvement of innovation and organic integration or stagnation. According to the defined stages of the introduction of remote sensing technologies into the educational process of the Junior Academy of Sciences of Ukraine, the author outlines their effectiveness, in particular, at the first stage — the identification of contradictions, describes some international projects aimed at introducing remote sensing technologies into the educational practice of the school level: The use of Landsat satellite images in school education (UK); FIS project (Germany); Colors of Earth project (Poland); YCHANGE project (Czech Republic-Germany-Estonia-Switzerland); GLOBE project (USA) and others, compared to projects implemented in Ukraine and related to remote sensing: the GIS in Geography section of the Kyiv Junior Academy of Sciences of Ukraine, NASA projects involving students from Ukraine: Sally Ride EarthKAM and GLOBE. A visual representation of the author's model of information and educational system of science education of participants of the educational process of the Junior Academy of Sciences of Ukraine for the use of remote sensing technologies is presented. On the basis of a retrospective analysis of the introduction of remote sensing technologies into the educational process of the Junior Academy of Sciences of Ukraine, the current state and prospects for the development of this innovation are outlined.*

**Keywords:** *Junior Academy of Sciences of Ukraine, Remote Sensing, Satellite Images.*

#### ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРА

**Бабійчук Світлана Миколаївна** — д. пед. наук, завідувачка лабораторії «ГІС та ДЗЗ», НЦ «Мала академія наук України», доцентка кафедри ЮНЕСКО, Український державний університет імені Михайла Драгоманова, м. Київ, Україна, [brevus.lana@gmail.com](mailto:brevus.lana@gmail.com); ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-6556-9351>

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

**Babiichuk S. M.** — D. Sc. in Pedagogy, Head of the GIS and Remote Sensing Laboratory, NC "Junior Academy of Sciences of Ukraine", Associate Professor at the UNESCO Chair, Mykhailo Drahomanov Ukrainian State University, Kyiv, Ukraine, [brevus.lana@gmail.com](mailto:brevus.lana@gmail.com); ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-6556-9351>

Стаття надійшла до редакції / Received 24.06.2024

В. А. Широков,  
В. В. Надутенко,  
О. Є. Стрижак,  
А. І. Грітчина,  
А. А. Яременко

## ЛЕКСИКОГРАФІЧНІ АСПЕКТИ ОЦІНЮВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО ПОТЕНЦІАЛУ УЧНІВ

На початку було Слово,  
а Слово в Бога було,  
і Бог було Слово  
(Іоанн 1 : 1)

**Анотація.** У статті проаналізовано процес застосування лексикографічних моделей та систем для оцінювання рівня інтелектуального розвитку учнів. Детально розглянуто категорію «лексикографія». Лексикографічні моделі та системи розглядаються як понятійна основа освітніх і наукових наративів, які спроможні створювати учні за різними тематичними напрямками. Для оцінювання інтелектуального потенціалу запропоновано метод порівняння лексикографічних моделей, які сформувалися у свідомості учнів у процесі їхньої навчально-пізнавальної діяльності, з лексикографічними системами, що визначають понятійну основу стандартизованих тематичних систем знань. Як стандартизовані тематичні системи знань запропоновано використовувати наукові праці всесвітньо відомих учених. Для цього введено поняття семантичного поля, яке відображає множину концептів, що складають системи тематичних знань у форматі онтології. Завдання порівняння лексикографічних систем зводиться до виявлення рівнів консолідації онтологій. Аргументовано застосування відстані Левенштейна, діаграм Вороного, алгоритму Ллойда, моделювання мови (Language Understanding) з використанням підходу BERT як засобу щодо обчислення рівнів еквівалентності та консолідованості лексикографічних систем наративів учнів та відомих учених. Для обчислення рівнів лексикографічних систем учнів відносно систем тематичних знань відомого вченого та відповідного рейтингу їхнього позиціонування в цій системі знань ученого застосовуються методи багатовимірного оцінювання та ранжування. Наведено приклад обчислення позиціонування лексикографічних систем учнів у семантичному полі всесвітньо відомого кібернетика і математика Віктора Глушкова на основі семантичного аналізу учнівських наукових робіт, що були подані на конкурс у Малу академію наук України, тематичний напрям — кібернетика, математика.

**Ключові слова:** лінгвістичні технології, лексикографія, онтологія, багатовимірне оцінювання, семантичне поле, наратив, рейтинг.

**Вступ.** Інтелектуальний потенціал учнівської молоді формується у мовному середовищі. Саме мова та культура її використання відображають особистість [1]. Вміння сформулювати певний наратив, винести його для ознайомлення на ши-

рокий загаль чи представити у форматі доповіді досить ґрунтовно характеризує інтелектуальний рівень учня, що є доволі складною системою функціонування його особистості та інтелектуальної діяльності. Підлітковий вік становить

особливий інтерес для аналізу динаміки інтелектуально-особистісного розвитку. У цьому віці формується абстрактне й теоретичне мислення, що забезпечує якісне підвищення інтелектуальних здібностей людини. У такому контексті зазначений віковий період є синзитивним. Для підліткового періоду характерне інтенсивне формування інтелекту та особистості, на розвиток яких впливають численні внутрішні і зовнішні чинники [2; 3].

Однією з системних компонентів інтелектуального потенціалу є вербально-лінгвістична. Саме вона впливає на розвиток таких характеристик множинного інтелекту учня, як логіко-математичний, внутрішньо-особистісний, регуляційний тощо. Завдяки їхньому формуванню реалізується інтелектуальна творча активність у різних предметних галузях.

Фактично кожен учень формує у своїй свідомості в процесі реалізації особистісної навчально-пізнавальної діяльності певні лексикографічні моделі [1–4]. Використовує він ці моделі для створення освітніх і, як наслідок свого інтелектуального творчого розвитку, науково-освітніх наративів. Прикладами таких наративів можуть бути твори та наукові роботи, що подаються на конкурс до Малої академії наук України. Від того, наскільки правильно сформувалася лексикографічна компонента його свідомості, залежить коректність моделі світу, яку учень постійно розвиває у процесі своєї навчально-пізнавальної діяльності. І найбільше сприяють цьому методики наукової освіти [5]. Вони характеризуються тим, що методично забезпечують цілеспрямоване формування в учнів ціннісної картини світу на засадах виявлення, дослідження та інтерпретації ними властивостей природних, соціальних та інших значущих для розвитку людства процесів.

Зрозуміло, що під час своєї навчально-пізнавальної і в її найвищому стані — науково-освітньої діяльності учень засвоює вже накопичені людством знання, які викладені у форматі наукових та освітніх наративів. Ці наративи відображають вже визначені у процесі життєдіяльності людства системи понять, які й формують коректну модель світу. Варто зазначити, що ці системи понять зафіксовані у форматі лексикографічних систем, які визначають певний семантичний стандарт їхніх смислових інтерпретацій.

І тут виникає цікава задача — наскільки лексикографічні моделі учнів семантично еквівалентні лексикографічним моделям провідних учених та фахівців у тих чи інших предметних галузях знань. З іншого боку, цю задачу можна визначити ще у такому формулюванні — наскільки система знань учня й її лексикографічна складова консолідується з уже накопиченими людством системами знань [6]. Тобто на основі розв'язання вказаної задачі еквівалентності та консолідованості лексикографічних моделей вже визначених систем знань та тих, що формуються у свідомості учнів, ми можемо певним чином визначити рівень їхнього інтелектуального потенціалу та розвитку. І це розв'язання ґрунтується на інструментах сучасних лінгвістичних технологій.

#### **Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

На сьогодні у науковій і педагогічній літературі практично немає публікацій, у яких глибинно розкривалися б проблеми еквівалентності та консолідованості лексикографічних моделей, які визначають смисли концептів, що складають наративи. Особливо це стосується виявлення рівнів консолідації контекстів та дискурсів. Досить ґрунтовно досліджено семантичну еквівалентність текстів, але це у практичному сенсі переважно стосується проблеми академічної доброчесності. І ця тема у статті не досліджується. А ось широких досліджень щодо виявлення рівнів семантичної еквівалентності та консолідованості з відповідними системами знань лексикографічних систем і тематичних дискурсів, які складають свідомість учнів та викладаються ними у наративному форматі як певний інтелектуальний ресурс, не проводилося.

**Мета статті** — дослідити й визначити лінгвістичні інструменти виявлення і оцінювання семантичної еквівалентності та консолідованості лексикографічних моделей, які формуються в процесі навчально-пізнавальної діяльності учнів, і стандартизованих, що визначають усі системи понять, які лежать в основі тематичних систем знань, сформованих людством.

**Лексикографічні системи — інструмент концептуального представлення наративів.** Згідно з теорією семантичних станів [1; 4], власними («елементарними») об'єктами концептуального представлення природно-мовних наративів у лінгвістиці мусять виступати не безпосередньо одиниці мови (одиниці



фонетичного, морфологічного, лексичного, семантичного, синтаксичного та інших рівнів, які ми інтерпретуємо як онтологічні об'єкти), а певні «проміжні» стосовно мови об'єкти, феноменологічними корелятами яких є психофізичні стани й процеси, що мають місце в мовно-розумовому апараті людини, так що усна й писемна її форми служать елементами інфраструктури мовного процесу. Опису і моделюванню підлягають як, власне, згадані психофізичні стани і процеси, так і їхня інфраструктура.

Для одиниць лексичного рівня такий стан являє собою певну суму ознак граматичної й лексичної семантики і надає шлях для узагальнення понять граматичного та лексичного значення. Власне, сам процес розуміння мови з цієї позиції виглядає як редукція апріорного розподілу лексем за сумарними ознаками граматичної й лексичної семантики, які властиві суб'єктивному лексикону реципієнта, до певного одного граматичного й лексичного значення, характерного саме для того контексту, який перебуває у полі уваги реципієнта і підлягає в цей момент процесу його індивідуальної мовної обробки.

Отже, під час розгляду формальних аспектів представлення наративу як мовної системи ми будемо виходити з існування відповідності між мовною одиницею та її станом:

$$s : X \rightarrow s(X), \quad (1)$$

де  $X$  — певна одиниця мови;  $s$  — відповідність між  $X$  та  $s(X)$  — формальним об'єктом, що представляє семантичний стан одиниці  $X$ , який має своїми детермінантами елементи засобів матеріального вираження семантики.

Припустимо, що існує оператор  $F$ , дія якого визначена на множині семантичних станів  $S$  і який будемо інтерпретувати як оператор значення певної семантичної категорії. Дію оператора  $F$  можна виразити в такий спосіб:

$$F s_i(X) = f_i s_i(X), \quad (2)$$

де  $f_i$  — деяке значення семантичної категорії; функції  $s_i(X)$ ,  $i = 1, 2, \dots$ , представляють семантичні стани одиниці  $X$ , що маркують її належність до значення  $f_i$  категорії  $F$ . Значення  $f_i$ ,  $i = 1, 2, \dots$ , будемо називати власними значеннями оператора  $F$ , що відповідають семантичним станам  $s_i(X)$ ,  $i = 1, 2, \dots$ . Множину всіх семантичних станів, що відповідають власному значенню  $f_i$ , називатимемо множиною *часткових семантичних станів* і позначимо символом  $S(f_i)$ :

$$S(f_i) := \{s : Fs = f_i s\}. \quad (3)$$

За визначенням множина  $S(f_i)$  складається тільки з тих семантичних станів, які характеризуються певним значенням семантичної категорії  $F$ , а саме — значенням  $f_i$ . Рівняння (3) у тих випадках, коли множина, що пробігає індекс  $i$ , складається більше ніж із одного елемента, представляє формальне вираження явища семантичної багатозначності. Можливі випадки, коли в рівнянні (3) певному значенню  $f_i$  не відповідає жоден семантичний стан  $s_i(X)$ , а кілька:  $s_i^j(X)$ ,  $j = 1, 2, \dots$ . Такі стани будемо називати *виродженими*.

У структурі вищенаведених формул чітко простежуються основні контури будови лексикографічної системи, зокрема, відношення «форма — зміст».

Для детального аналізу розгортання відношення «форма — зміст» (надалі вживатимемо для цього відношення аббревіатуру ВФЗ) розглянемо діаграму, де символічно зображено процес сприйняття якогось об'єкта певним суб'єктом:

$$S : D \rightarrow V(D). \quad (4)$$

Тут літерою  $D$  позначено «щось» із реального (або уявного) світу, що виступає в ролі об'єкта процесу сприйняття (спостереження, вивчення, уваги, переживання...) з боку певного  $S$ , яке ми вважаємо суб'єктом даного процесу; через  $V(D)$  позначаємо результат цього процесу.

Лексикографічну систему (Л-систему) розглядатимемо як спеціальне інформаційне (семіотичне і семантичне) середовище, в якому реалізується певний лексикографічний ефект (або певна сукупність лексикографічних ефектів). Відповідно до інформаційної інтерпретації процесів сприйняття визначимо результат рецепції суб'єктом  $S$  об'єкта  $D$ , що веде до генерації класу елементарних інформаційних одиниць (ЕІО)  $I^Q(D)$ . Зазначена рецепція реалізується певною множиною  $V(I^Q(D))$  — множини описів одиниць, що належать до класу  $I^Q(D)$ ; ця множина є результатом процесу:

$$S : I^Q(D) \rightarrow V(I^Q(D)), \quad (5)$$

тому для кожного елемента  $x \in I^Q(D)$  однозначно визначено його опис  $V(x)$  як елемент множини  $V(I^Q(D)) : V(x) \in V(I^Q(D))$ ;  $Sx = V(x)$ .

Згідно з інформаційною концепцією представлення опису системи ЕІО, кожний  $V(x)$  зображується словом (тексту) в певному скінченному

алфавіті  $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ , тобто скінченної послідовності символів з  $A$  (надалі слова в алфавіті  $A$  називатимемо  $A$ -словами).

Структура на множині описів  $\{V(x)\}$  вводиться у такий спосіб. Припустимо, що для всіх описів  $V(x)$  існує єдине правило, за яким з будь-якого  $A$ -слова  $V(x)$  можна виділити множину  $A$ -підслів  $\beta(x) = \{\beta_i(x)\}$  з такими властивостями: елемент  $x$  належить до множини  $\beta(x)$ ; весь опис  $V(x)$  є елементом множини  $\beta(x)$ ; правило виділення елементів множини  $\beta(x)$  є єдиним для всіх  $V(x)$  з  $V(I^Q(D))$ . Структура  $\beta(x)$  є першою структурою Л-системи.

Дев'ятка об'єктів:

$$\{S, D, I^Q(D), V(I^Q(D)), \beta, \sigma[\beta], F, C, H\}, (6)$$

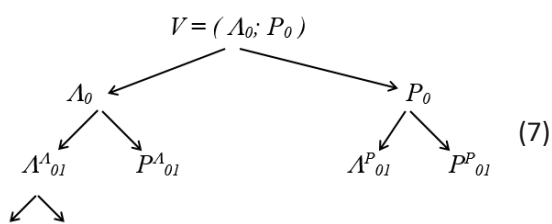
де через  $\sigma[\beta]$  є макроструктурою  $V(I^Q(D))$  й визначає певні обмеження  $\sigma[\beta]$  на  $V(x)$ :  $\sigma[\beta]_{V(x)} \equiv \sigma(x)$ , яка породжує мікроструктуру  $V(x)$ , визначає елементарну лексикографічну модель даних, а її конкретна реалізація — елементарну лексикографічну систему. Інколи для скорочення, коли не виникатиме різночитань, будемо позначати через  $V(I^Q(D))$  цілу елементарну лексикографічну систему. Тоді неелементарну Л-систему можна представити у вигляді об'єднання певної кількості елементарних Л-систем з можливими відображеннями та зв'язками між ними.

Введемо поняття рекурсивної редукції в Л-системі:

$$\{D; S; Q; I^Q(D), V(I^Q(D)), \beta, \sigma[\beta]\} + RR \downarrow = \{D; S; Q; I^Q(D), V(I^Q(D)), \beta, \sigma[\beta]; RR \downarrow\}.$$

Рекурсивна редукція — процес, при якому будь-який елемент структури Л-системи інтерпретується як самостійна Л-система, в якій генерується структура, визначена формулою (6).

Продовжуючи процес такої інтерпретації, одержуємо рекурсивне розвинення лексикографічної системи  $V(I^Q(D))$ :



Надалі позначатимемо процес рекурсивної редукції Л-системи  $V(I^Q(D))$  через  $RR = [V(I^Q(D))]$ . У визначення цього процесу

входять характеристики всіх операторів  $F, C, H$  на всіх наявних рівнях рекурсивної редукції разом із результатами їх дії, а також усі макро-мікроструктури:  $\sigma[\beta], \beta$ .

Викладена конструкція становить зміст загального визначення лексикографічної моделі даних [1; 4]:

$$\{I^Q(D), S, V(I^Q(D)), \beta, \sigma[\beta], RR \downarrow [V(I^Q(D))]\}. (8)$$

Лексикографічна модель перетворюється на лексикографічну систему, якщо вона реалізована в певній інформаційній архітектурі  $\Sigma$ :

$$\{S, D, I^Q(D), V(I^Q(D)), \beta, \sigma[\beta], F, C, H, \Sigma\}. (9)$$

Архітектура  $\Sigma$  зазвичай обирається трирівневою, такою, що відповідає ANSI/X3/SPARC (або просто ANSI/SPARC). В ANSI/SPARC визначається три рівні представлення даних: концептуальний, внутрішній і зовнішній, які ми використовуємо в такій інтерпретації [7]:

$$ARCH\_LS = \{CM, EXM, INM; \Phi, \Psi, \Xi\}, (10)$$

де символом  $CM$  позначено концептуальну модель лексикографічної системи  $LS$ ; символом  $EXM = \{exM\}$  — множину її зовнішніх моделей, які відповідають  $CM$ ; символом  $INM = \{inM\}$  — множину її внутрішніх моделей. Через  $\Phi = \{\phi\}$  позначено множину відображень  $CM$  в  $EXM$ :

$$\phi: CM = exM, \text{ де } exM \in EXM; (11)$$

відповідно  $\Psi = \{\psi\}$  — множина відображень  $CM$  в  $INM$ :

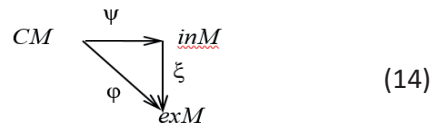
$$\psi: CM = inM, \text{ де } inM \in INM; (12)$$

$\Xi = \{\xi\}$  — множина відображень  $INM$  в  $EXM$ :

$$\xi(inM) = exM. (13)$$

Одній концептуальній моделі може відповідати декілька внутрішніх та зовнішніх моделей. Визначимо множину  $\Xi$  відображень  $INM$  в  $EXM$ : для  $\forall inM \in INM$  та  $\forall exM \in EXM \exists \xi \in \Xi$  таке, що:  $\xi(inM) = exM$ .

При цьому відображення  $\phi, \psi, \xi$  будуються в такий спосіб, що можуть складати комутативну діаграму:  $\xi \circ \psi = \phi$  (14):



Вимога комутативності [8] цієї діаграми є суттєвою, оскільки гарантує узгодженість між усіма

рівнями архітектури системи. Розглядаються дві наступні моделі лексикографічних систем:

внутрішня модель, яка містить такі елементи:

$$INM = \{D(t, s, f), ALG(D(t, s, f)), OS, PL\},$$

де:  $D(t, s, f)$  — множина даних, специфікована за типами, структурами та форматами  $t, s, f$  відповідно, за допомогою яких у внутрішньому рівні представляються елементи  $CM$ ;  $ALG(D(t, s, f))$  — множина алгоритмів (процесів) обробки та маніпулювання даними;  $OS$  — множина операційних платформ та  $PL$  — множина мов програмування (включаючи і процедурні мови типу СКБД), на яких реалізовано  $D(t, s, f)$  та  $ALG(D(t, s, f))$ ;

зовнішня модель, яка представляється у вигляді:

$$EXM = \{IF, SC, FUNC, PROC, APR\},$$

де:  $IF$  — інтерфейс системи;  $SC$  — множина сценаріїв;  $FUNC$  — множина функцій;  $PROC$  — множина допустимих процесів,  $APR$  — множина прикладних програм. Конкретну інформаційно-лінгвістичну реалізацію лексикографічної системи у певному комп'ютерному середовищі надалі називатимемо лексикографічною базою знань (ЛБЗ).

**Лексикографічні системи — інструмент понятійної агрегації відображення наративів.** Як вже було визначено, лексикографічна система — це інформаційний об'єкт, що поєднує в собі риси моделі даних, моделі знань і логіко-лінгвістичного числення. Основними системоутворюючими відносинами Л-системи є: «суб'єкт — об'єкт» і «форма — зміст». Основним системоутворюючим інваріантом Л-системи є лексикографічний ефект в інформаційних системах [1; 4].

Так, для природномовної системи можна навести приклади цілого ряду лексикографічних ефектів, результатом яких стало виділення фонем, складів, морфем, слів (словоформ), лексем, словосполучень, еквівалентів слів, речень. Усі названі структурні одиниці виступають як складові відповідних класів елементарних інформаційних одиниць щодо тих чи інших типів природномовних лексикографічних ефектів.

Потужним інструментом концептуального відображення наративів є лінгвістична онтологія предметної галузі, яка відрізняється від інших інформаційно-лінгвістичних систем тим, що крім мовного рівня розвитку лексикографічних ефектів, зазначених вище, має надмовний рівень —

множину концептів предметної галузі у форматі метаописів понять і їх відносин. Саме концепти й становлять фундаментальну основу лексикографічних моделей та систем.

Такий поділ системи на два рівні дає можливість створити модель для лінгвістичної онтології предметної галузі для двох і більше мов із загальним ядром понять і відношень між ними [9]. Позначимо в якості системи  $D$  ПГ, а  $I^Q(D)$  — клас елементарних інформаційних одиниць (ЕІО) системи  $D$ . Тоді результат сприйняття суб'єктом  $K$  класу ЕІО:

$$K : I^Q(D) \rightarrow V(I^Q(D)), \quad (15)$$

де  $V(I^Q(D))$  — множина описів одиниць, що належать класу  $I^Q(D)$ . У якості елементарних інформаційних одиниць виступають поняття ПГ. Розглянемо відображення «форма — зміст», носієм якого є комплекс  $I^Q(D)$ , і розкриємо його за допомогою процесу рекурсивної редукції  $R \downarrow [V(I^Q(D))]$ . З огляду на теорію Л-систем існує можливість виділити в структурі початкової елементарної Л-системи низку інформаційно-лінгвістичних підструктур, які інтерпретуємо як окремі Л-системи.

На діаграмі (рис. 1)  $V(I^Q(D))$  співвідноситься з тією частиною описів  $V(I^Q(D))$ , яка представляє форму  $I^Q(D)$ , а  $P(I^Q(D))$  зіставляється тією частиною опису  $V(I^Q(D))$ , яка відповідає за зміст  $I^Q(D)$ . Для онтології ПГ  $\Lambda(I^Q(D))$  містить деяке позначення поняття, метаопис, а  $P(I^Q(D))$  — це комплекс зв'язків поняття з іншими поняттями  $\langle t^R \rangle$  — в онтологічній моделі — (рис. 1), через які розкривається його зміст. Крім того, сюди можна віднести множину зв'язків поняття із додатковою інформацією, представленою множиною  $\langle t^I \rangle$  (рис. 1).

Далі для моделювання багатомовної онтології ПГ уявімо, як термінологічне поняття  $V(I^Q(D))$  та його зв'язки  $P_0(I^Q(D))$  відображаються в мовах (рис. 2).

На діаграмі (рис. 2): рівень (1) — метаопис онтології; рівень (2) — мовний; елементи виду  $V^{L1}(I^Q(D))$  (нижній рядок) — це множини описів елементарних інформаційних одиниць системи в мові  $L1$  ( $L2$ ,  $L3$ ), де  $L1$ ,  $L2$ ,  $L3$  — індекси мов. Середній ряд елементів, елементи виду  $\Lambda^{L1}(I^{Q1}(D))$  і  $P^{L1}(I^{Q1}(D))$  являють собою,

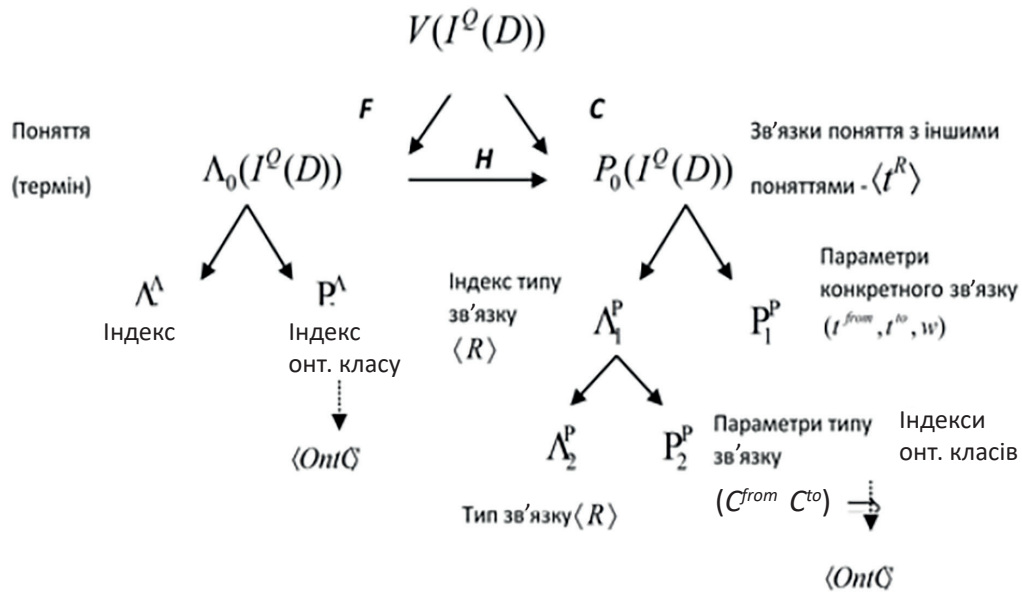


Рис. 1. Модель лінгвістичної онтології

з одного боку, відображення онтологічних надмовних комплексів  $\Lambda(I^Q(D))$  і  $P(I^Q(D))$  в деяку мову  $L1$ , з іншого боку,  $\Lambda^{L1}(I^{Q1}(D))$  — це фактично множина термінів ПГ у мові  $L1$  і множина їхніх описів у граматичних категоріях мови  $L1$ , а  $P^{L1}(I^{Q1}(D))$  — це множина текстових визначень термінів ПГ мовою  $L1$ , в яких відображено зв'язки терміна з іншими термінами.

Викладена конструкція задовольняє загальному визначенню лексикографічної моделі даних.

Архітектура Л-систем має три рівні абстракції даних: «концептуальний» — «фізичний» — «представлень», що відповідає трьом рівням архітектури ANSI/SPARC: концептуальному, внутрішньому і зовнішньому.

Визначимо відповідності між лексикографічною моделлю системи, представленою діаграма-

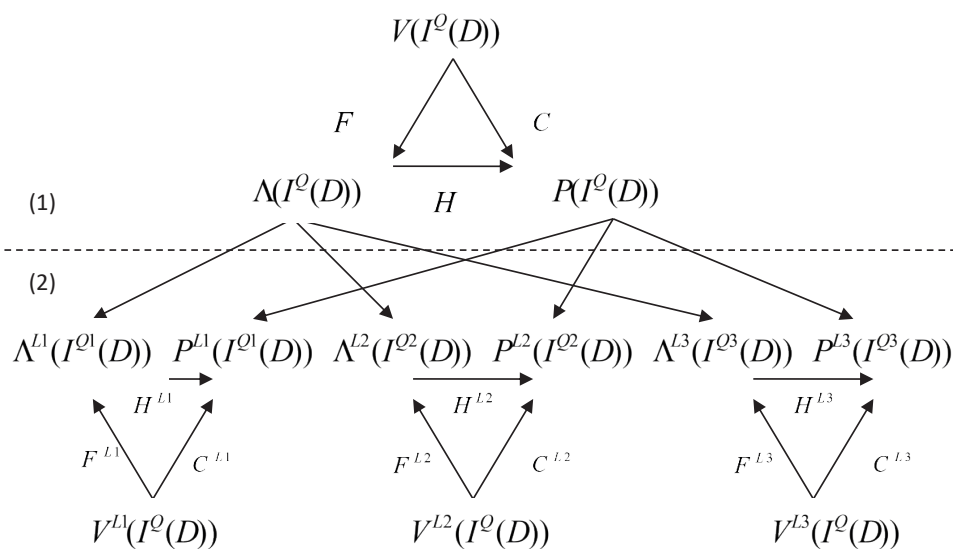


Рис. 2. Модель багатомовної лінгвістичної онтології

ми (рис. 1; рис. 2), і концептуальною моделлю онтології.

Відповідно до діаграми (рис. 2) концептуальна модель має два рівні:

$$LS \rightarrow (LS^{L1}, LS^{L2}, LS^{L3}).$$

Рівень (1) відображає формальну метаонтологію понять ПГ (рис. 2).  $Ob(LS) = \{T, OntC, Pers, Br, R\}$ , де  $T$  — множина термінологічних понять,  $R$  — множина типів зв'язків між поняттями,  $OntC$  — множина лексико-онтологічних класів.  $Pers$  і  $Br$  — множини розділів певної предметної галузі, що відповідають  $\langle t^L \rangle$  — множині допоміжної довідкової, ілюстративної інформації в онтологічній моделі.

$$RelOb(LS) = \{TT, TPers, TBr\},$$

де  $TT$  — множина зв'язків між поняттями (між елементами  $T$ -множини), що на діаграмі відповідає  $P(I^Q(D))$ , а в онтологічній моделі  $\langle t^R \rangle$ .  $TPers$  — множина зв'язків між множиною понять і множиною персоналій,  $TBr$  — множина зв'язків між множиною понять і множиною розділів ПГ.

Рівень (2) — відображення формальної онтології понять (концептів) лексикографічної моделі в мовній системі.

$$Ob(LS^{Li}) = \{T^{Li}, TCont^{Li}, TDef^{Li}, DefSource^{Li}\},$$

де  $T^{Li}$  — множина термінів мови  $Li$  (в онтологічній моделі це множини  $t^{L1}, t^{L2}, t^{L3}$ ); для  $\forall t \in \langle T^{Li} \rangle$   $t$  ( $t^{Li}, \langle T^G \rangle, tDef^{Li}$ ), де  $t^{Li}$  — орфографічний стандарт написання терміна,  $T^G$  — множина граматичних характеристик терміна  $t$  ( $\langle t^G \rangle$  в онтологічній моделі). Це відповідає членам діаграми виду  $\Lambda^{L1}(I^{Q1}(D))$ . Текстова дефініція терміна —  $tDef^{Li}$  (в онтологічній моделі —  $t^D$ ) і  $\langle TCont^{Li} \rangle$  — множина контекстів терміна  $t^{Li}$  мовою  $Li$  (параметр  $\langle t^C \rangle$  в онтологічній моделі) відповідають членам діаграми виду  $P^{L1}(I^{Q1}(D))$ .  $DefSource^{Li}$  — множина бібліографічних описів джерел текстових дефініцій;  $RelOb(LS^{Li}) = \{TTCont^{Li}\}$  — множина зв'язків між множиною термінів і множиною контекстних прикладів (колекцією текстів).

Отже, рівень (1) концептуальної моделі містить формальні дані онтології, тоді як рівень (2) містить лінгвістичну частину інформації про предметну галузь.

Взаємодія між комплексами лінгвістичних даних різних мов здійснюється тільки через формальну онтологію рівня (1).

Процес абстрагування лексикографічної (словникової) структури являє собою своєрідну розшифровку, реконструкцію того лексикографічного ефекту, який призвів до утворення цієї структури. Внаслідок того, що у лінгвістичній онтології спостерігається два рівні лексикографічних ефектів, структура словникової (онтологічної) статті для деякого поняття  $T$ , вираженого терміном  $TL1$  в мові  $L1$  з граматичними параметрами  $GL1$ , має вигляд:

$$\begin{aligned} T^{L1}(T, G^{L1}) &= C^O + C^L; \\ C^O &= OntC + T + TPers + TBr; \\ C^L &= S^{L1} + T^{L2} + T^{L3} + TDef^{L1} + TCont^{L1}, \end{aligned} \quad (16)$$

де  $T^{L2} \supseteq S^{L2}$  и  $T^{L3} \supseteq S^{L3}$ ;  $C^O$  — комплекс онтологічних параметрів;  $C^L$  — комплекс лінгвістичних параметрів.

Розділи перекладних еквівалентів  $T^{L2}$  і  $T^{L3}$  на мови  $L2$  і  $L3$  відповідно включають в себе весь синонімічний ряд (клас умовних еквівалентів). Інші позначення відповідають вищеописаній концептуальній моделі.

Отже, склад зв'язків терміна в тексті, його онтологічне оточення залежить від приналежності до того чи іншого лексико-онтологічного класу. Терміни, здатні переходити з одного лексико-онтологічного класу в інший, в більшості випадків знаходяться у тексті в нечітких семантичних станах.

Розроблена концептуальна модель дає змогу визначити семантичний стан наративу як об'єкта онтології і, як наслідок, його онтологічне оточення (зв'язки) множини концептів, що становлять його лексикографічну систему, залежно від цільової задачі.

#### Виявлення семантично подібних наративів

Теорія лексикографічних систем, покладена в основу дослідження, оперує поняттям «елементарні інформаційні одиниці» (ЕІО), які інтерпретує як підсистему відносно сталих дискретних сутностей, що індукуються у структурі будь-якої системи та розвивається внаслідок дії різних за типом Л-ефектів. Відповідно, усі неелементарні об'єкти системи розглядаються як певні комбінації ЕІО.

У процесі опрацювання встановлюється дво-рівнева ієрархія об'єктів змісту тексту. На першому («верхньому») рівні — фрагменти — уривки тексту, «блоки думки», що розкривають одну тему (мікротему), на другому («нижньому») — їх конструктивні одиниці (компоненти) — предмети думки, носії предметних смислів

та відношень — слова, словосполучення, сполучення слів. Отож компоненти фрагментів виступають елементарними інформаційними одиницями.

Поняття, що позначають той самий предмет, є тотожними. Водночас при повному збігу обсягу та тій самій родовій ознаці вони мають різний зміст і відрізняються видовими ознаками.

Методологія пошуку тотожностей (подібностей) передбачає попередню обробку текстів для підвищення ефективності та швидкості пошуку — нормалізацію. Залежно від форми представлення об'єктів, що порівнюються, та обраної функції близькості можуть бути застосовані різні моделі та методи порівняння цільових об'єктів.

У більшості випадків об'єкти, що порівнюються (в нашому випадку — це слова чи тексти), представляються у вигляді векторів. Як функцію близькості при цьому використовують скалярний добуток векторів. Також використовують інші форми подання об'єктів, що порівнюються (множини, графи чи рядки текстів), відповідно функціями близькості будуть: розмір перетину множин, функції відповідності графових структур, функції подібності на текстах, відстань Левенштейна [10], векторного представлення об'єктів тощо.

Існує також наближена методика визначення подібності об'єктів, що порівнюються, якщо вони представлені векторами. З її використанням простір векторів розбивається на кластери на основі підходу діаграм Вороного [11]. Діаграма Вороного кінцевої множини точок  $S$  на площині представляє таке розбиття площини, за якого кожна область цього розбиття утворює множину точок, ближчих до одного з елементів множини  $S$ , ніж до будь-якого іншого елемента множини.

Також можливо використати інші методи для наближеного пошуку подібних об'єктів, наприклад на основі графів.

З метою кластеризації усіх значущих слів заданого набору нарративних текстів для індексації використовується алгоритм Ллойда (методом  $k$ -середніх)  $k$ -Means [12]. Для отримання достатньо дискримінативної кількості наборів тематик використовується 3000 кластерів. Тож довжина вектора кожного слова дорівнює 3000. Вектор описує відстань від заданого слова до центра кожного тематичного кластера. Семантичний вектор речення будується на основі суми семантичних векторів його слів. Середньозважена сума семантичних векторів речення мінус

відповідне математичне сподівання, нормоване за середньоквадратичним відхиленням, являє собою семантичні вектори контекстів.

Для визначення семантичної подібності контекстів використовується набір алгоритмів на основі моделювання мови (Language Understanding) із застосуванням підходу BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers) [13] — двонаправленого кодування слів для їх векторного представлення та подальшого глибинного машинного навчання, а також рекурентних нейронних мереж, реалізованих для мови програмування C#. Машинне навчання здійснюється без учителя на основі контекстуального представлення Українського національного лінгвістичного корпусу (УНЛК) УМІФ НАН України. Кожне слово при цьому використовує контекстний зв'язок як із наступним, так і з попереднім словом. При цьому застосовується техніка повного маскування слів (Masked Language Model), для того щоб досліджуване слово не могло отримати контекстний зв'язок саме з собою, що порушить алгоритм. Для попереднього навчання моделі використовується УНЛК без урахування капіталізації слів з нейромережею на 12 шарів, 768 прихованих, 12 параметрів акцентування та 100 млн параметрів.

Відповідно, нечіткий пошук за реченнями реалізовано на основі трьох методів: вибору оптимально близьких за наборами хешів речень; речень, ранжованих за найменшою косинусною відстанню між їхніми семантичними векторами розмірністю 3000; та речень, отриманих за допомогою векторного представлення на основі алгоритму BERT.

#### **Метод порівняння семантичних полів учнів і відомого вченого**

Інтелектуальні досягнення учнів, особливо в старших (9–11) класах, мають представлення у нарративному форматі. Це описи певних наукових досягнень, представлення досліджень деяких процесів, наукові гіпотези, науководослідницькі роботи тощо. Багато цих нарративів учні представляють на різних конкурсах.

Однак зрозуміло, що як би ми не формалізували процес оцінювання й які б методи не використовували, експерти, що їх проводять, завжди послуговуються своїми знаннями та особистим досвідом. Одним зі шляхів корегування таких недоліків є проведення семантичних оцінювань цих нарративів, які реалізують виявлення рівнів

відповідності їх змістовності сучасному стану науки. Це забезпечить певне згладжування даних від кількісного багатомірного аналізу у бік встановлення семантичних ознак інтелектуального розвитку учнів.

Для цього, згідно з викладеним вище, ми застосуємо лінгвістичні засоби виявлення рівнів еквівалентності та консолідованості лексикографічних моделей, якими оперують учні, з тематичною лексикографічною моделлю провідного вченого, який має науковий авторитет на світовому рівні.

Загальні методи лінгвосемантичного аналізу забезпечують формування логіко-лінгвістичних моделей наративів, що реалізує виявлення низки параметрів, які позиціонують текст не як набір випадкових компонентів, а як інформаційну і структурну єдність, як системно та функціонально завершене мовленнєве ціле. Саме в такому тексті усі засоби мови стають когнітивно й комунікативно значимими, комунікативно обумовленими, об'єднаними у певну систему.

Одним із методів тут можна використати онтологічний образ відомого у світі вченого, наукові здобутки якого мали та мають вплив на розвиток конкретних наукових профілів. Тобто семантичне поле його наукових праць актуальне й до сьогодні.

Потрібно сформувати онтологію життєдіяльності відомого вченого, включити до неї його наукові результати. Така онтологія спроможна генерувати логіко-лінгвістичні моделі його наукових наративів.

З метою проведення порівнянь семантичних полів візьмемо наукові роботи учнів, які були представлені на Всеукраїнський конкурс-захист науково-дослідницьких робіт учнів — членів МАН України за профілями: комп'ютерна інженерія; кібербезпека; програмна інженерія; системи та технології штучного інтелекту; інтернет-технології та вебдизайн; навчальні, ігрові програми та віртуальна реальність; інформаційно-телекомунікаційні системи та технології; математика; прикладна математика; статистика.

Формування семантичного поля наукових результатів розпочнемо, звернувшись до багатогранної особистості вченого Віктора Михайловича Глушкова, яка привертає інтерес широких кіл людської спільноти як за життя, так і в час, коли його немає серед нас. Тому відображення його життєдіяльності, особливо для молоді, нових

поколінь дослідників наукових горизонтів кібернетики, інформатики, математики, штучного інтелекту тощо, завжди буде актуальне. Доторкнутися до думок великого кібернетика — це мрія кожного фахівця у зазначених наукових галузях.

Відображення життєдіяльності особистості взагалі, а надто такої, як Віктор Глушков, є доволі складним завданням. Потрібно представити велику кількість сторінок його біографії; вчителів; родину; напрями наукової діяльності; наукові наративи, що вийшли з-під його пера, та багато чого іншого. І найголовніше — забезпечити їх досить сильну глибинну зв'язність незалежно від форми їхнього існування. Одним із інструментів, спроможних ефективно реалізувати агрегований формат відображення життєдіяльності такої особистості, як Віктор Глушков, є онтологія (рис. 3). Вона забезпечує повномасштабно класифікацію життєдіяльності, постійний збір різних за тематичними профілями фактів та подій з діяльності особистості, виявлення та фіксацію зв'язків між цими фактами та подіями, представлення особистості у цілісному образі тощо.

Більше того, онтологія спроможна забезпечувати встановлення, формування та відображення усіх семантичних полів, які визначають життєдіяльність особистості. Такі семантичні поля забезпечують представлення рівнів позиціонування особистості у сучасному науковому просторі. Вони певним чином задають наукові орієнтири та багатовекторність подальших досліджень за різними напрямками, які свого часу досліджував видатний учений Віктор Глушков. На їх основі можливе оцінювання рівнів досягнень різних дослідників, які ще тільки починають свій особистий шлях у науці.

Онтологію життєдіяльності академіка Глушкова було створено ще з нагоди 100-річного ювілею НАН України. Для її формування використано досить широкий спектр інформації, який характеризує грані життєдіяльності Віктора Глушкова. Фрагмент відповідної онтології представлено на рис. 3.

Як бачимо, концепти онтології, які фіксують певні факти та події у житті видатного вченого, представлено у форматі онтологічного графа (права частина рисунка) і таксономічної ієрархії (ліва частина рисунка). Фактично концепти онтології відображають відомості про його наукову діяльність, організаційні здібності його особистості. До онтології включено досить широкий інформаційний масив щодо

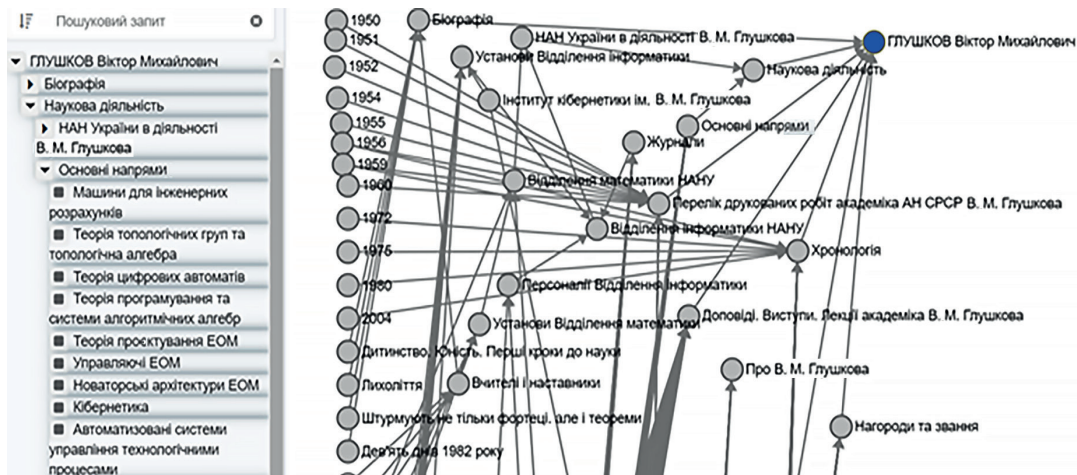


Рис. 3. Фрагмент онтології життєдіяльності Віктора Глушкова

родини Віктора Глушкова, вчителів, учнів, а також наукових видань, наукових установ, у яких реалізувалися його проекти, ідеї та гіпотези тощо.

Сервіси онтології здійснюють ієрархічну фільтрацію інформації щодо життєдіяльності. Це забезпечується на основі визначених при її реалізації тематичних класів та підкласів різного рівня. Так, на рис. 4 представлено фрагмент тематичних класів, які класифікують напрямки відображення інформації щодо життєдіяльності вченого.

Окремий формат відображення життєдіяльності має онтологічна Т-ПРИЗМА, яка представлена на рис. 5.

Вона реалізує семантичну згортку та агрегативне відображення довільної інформації щодо Глушкова. Кожна грань Т-ПРИЗМИ може бути представлена різними класами концептів онто-

логії, які характеризують життєдіяльність Глушкова. Топологія семантичної згортки Т-ПРИЗМИ має формат вкладеності типу «мотрійка». Кожна грань, якщо вона відображає складний концепт, реалізує безперервне топологічне перетворення у формат Т-ПРИЗМИ, яка відображає концепти із таксономічного різноманіття класу, що представлено гранню основної Т-ПРИЗМИ.

Ще один сервіс, який забезпечує онтологія життєдіяльності Глушкова, реалізує ранжування семантичних полів результатів діяльності учнів відносно семантичного поля, яке формується з концептів нарративу наукових результатів досліджень Віктора Глушкова. На його основі було виявлено учнів — лауреатів Всеукраїнського конкурсу-захисту науково-дослідницьких робіт учнів — членів МАН України, запрошених

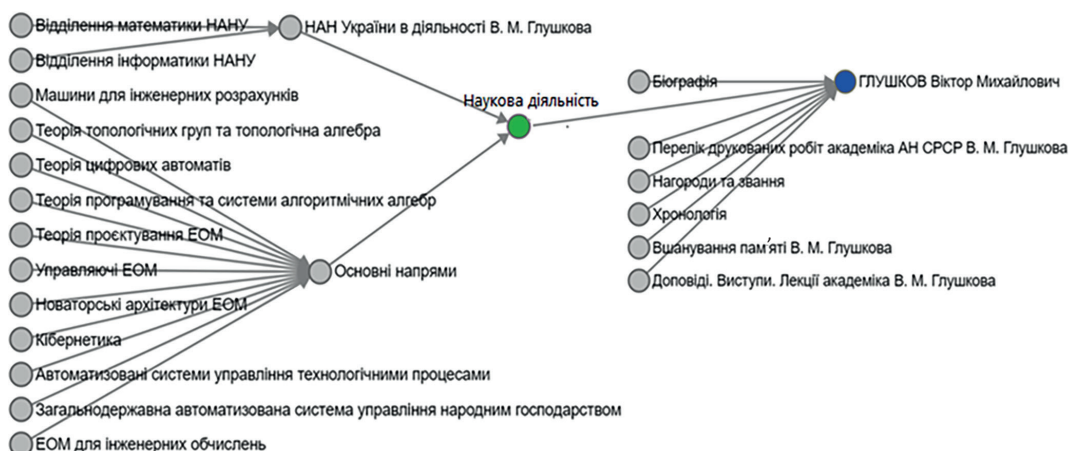


Рис. 4. Фрагмент тематичних класів першого та другого рівнів представлення інформації щодо академіка Глушкова





Рис. 5. Онтологічна Т-ПРИЗМА — Життєдіяльність Глушкова

із доповідями на ювілейну Міжнародну науково-практичну конференцію «Глушковські читання» до 100-річчя з дня народження В. М. Глушкова.

Семантичне поле Глушкова було сформоване за результатами семантико-лінгвістичного аналізу його монографії «Основи безпаперової інформатики», до якої входять описи усіх напрямів досліджень ученого — з алгебри, прикладної математики, програмної інженерії, в галузях штучного інтелекту, телекомунікацій тощо. На її матеріалах створено базу знань у форматі нейронної мережі, що була доповнена деякими математичними поняттями, використаними Глушковим у своїх наукових роботах.

Після цього були сформовані семантичні поля шляхом виявлення лексикографічних систем у вибраних проектах кожного учня. Далі, використовуючи метод обчислення семантичної еквівалентності лексикографічних систем, отримуємо значення відсотка входження семантичних полів учнів до лексикографічної системи семантичного поля Глушкова. Отриманий відсоток і визначає відповідний рейтинг для кожного учня.

Лексикографічна система семантичного поля Глушкова містить понад 22 000 понять.

Лексикографічні системи семантичних полів учнів знаходяться в інтервалі від 500 до 1200 понять.

Логіко-семантичний аналіз на еквівалентність та консолідованість лексикографічних моделей науково-освітніх робіт учнів — лауреатів Всеукраїн-

ського конкурсу-захисту науково-дослідницьких робіт виявив рейтинг кожного (рис. 6). Аналіз проводився за наступними предметними профілями, які являють собою тематичні напрями конкурсу: комп'ютерна інженерія; кібербезпека; програмна інженерія; системи та технології штучного інтелекту; інтернет-технології та вебдизайн; навчальні, ігрові програми та віртуальна реальність; інформаційно-телекомунікаційні системи та технології; математика; прикладна математика; статистика. Значення рівнів обчислювалося за методикою багатовимірного аналізу [14; 15]. З 80 лауреатів було відібрано 15 учнів за значеннями їхніх рейтингів відповідності лексикографічних моделей в семантичному полі Глушкова (рис. 6).

**Висновки.** Застосування лексикографічних моделей і систем виводить процес оцінювання інтелектуального потенціалу учнів та, як наслідок, їхніх інтелектуальних досягнень на новий рівень. Лексикографічний аналіз навчально-дослідницької діяльності учнів забезпечує представлення семантичних полів їхнього мислення. В результаті застосування такої методики оцінювання відображається рівень семантичної еквівалентності та консолідованості системи знань учня з вже накопиченими людством системами знань. Тобто на основі розв'язання вказаної задачі еквівалентності та консолідованості лексикографічних моделей вже визначених систем знань та тих, що формуються у свідомості

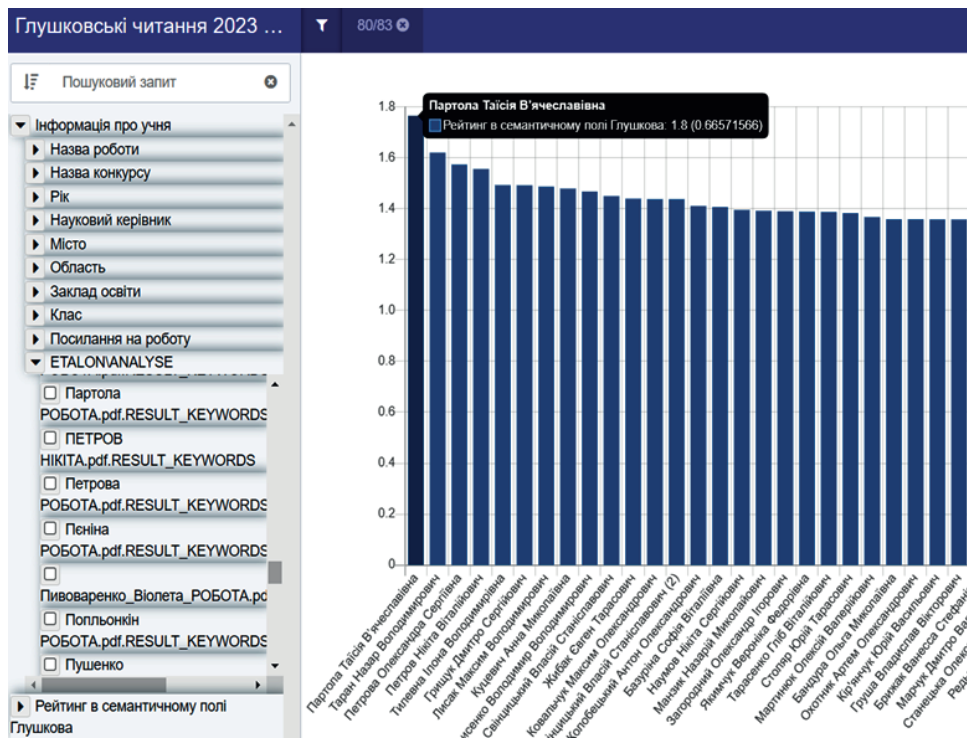


Рис. 6. Рейтинг учнів — лауреатів Всеукраїнського конкурсу-захисту науково-дослідницьких робіт учнів — членів МАН України в семантичному полі Глушкова (<https://e-devel.ulif.org.ua/sppr-int/?sharedgraph=65108fc8d9d74&view=barchart>)

учнів, ми можемо певним чином визначати рівень їхнього інтелектуального потенціалу та розвитку. І це розв’язання ґрунтується на інструментах сучасних лінгвістичних технологій.

Більше того, лексикографічний підхід визначає нові технологічні умови якісного оцінювання на основі відображення семантичного поля, у якому реалізується навчально-пізнавальна діяльність учня. Забезпечується оцінювання його мовної культури, вміння логічно викладати свої міркування, твердження та логіковість висновків. Розв’язання задачі щодо виявлення семантичної еквівалентності та консолідованості лексикографічних систем, які формуються у свідомості учнів, з лексикографічними моделями провідних учених та фахівців у тих чи інших предметних галузях знань також впливає на формування у них навичок самоаналізу, критичного мислення тощо.

А це суттєво сприяє процесу інтенсивного формування інтелекту та особистості, на розвиток яких впливають численні внутрішні і зовнішні чинники.

Лексикографічне оцінювання інтелектуального потенціалу учнів також створює умови для реалізації моніторингу їхнього інтелектуального розвит-

ку. Технологічно це може бути здійснено у процесі формування цифрового образу учня, атрибутивні характеристики якого відображають семантичні стани його свідомості. Такий підхід до оцінювання рівня інтелектуального розвитку учня передбачає використання засобів онтологічного інжинірингу, що сприяє більш адаптивному управлінню його навчально-пізнавальною діяльністю як передумовою організації наукової освіти.

**Список використаних джерел**

1. Широков В. А. Елементи лексикографії : монографія. Київ : Довіра, 2005. 304 с.
2. Piaget J. The Psychology of Intelligence. London : Routledge and Kegan Paul, 1951.
3. Смульсон М. Л. Психологія розвитку інтелекту : монографія. Київ : Нора-Друк, 2003. 298 с.
4. Широков В. А. Феноменологія лексикографічних систем. Київ : Наукова думка, 2004. 328 с.
5. Charpak G., Léna P., Quéré Y. Les enfants et la science / Edit. Odile Jacob, 2005. 240 p.
6. Калитич Г. І. Консолідація інформації, знань і мудрості як проектування і основа гармонійного поступу України. *HTI*. 2008. № 1. С. 51.
7. *The ANSI/SPARC DBMS Model* : Proceedings of the Second SHARE Working / D. A. Jardine (Ed.). Canada, Montreal : North-Holland Pub. Co., 1977. 225 p.

8. Rydeheard D. E., Burstall R. M. Computational Category Theory. New York : Prentice Hall, 1988. XIII. 257 p.
9. Cannataro M., Talia D. Semantics and knowledge grids: building the next-generation grid. *IEEE Intelligent Systems and Their Applications*. 2004. № 19 (1). Pp. 56–63.
10. Levenshtein V. I. Binary codes capable of correcting deletions, insertions, and reversals. *Reports of the USSR Academy of Sciences Soviet Physics Doklady*. 1966. № 10 (8). Pp. 707–710.
11. Voronoi G. F. Nouvelles applications des paramètres continus à la théorie de formes quadratiques. *Journal für die reine und angewandte Mathematik*. 1908. Vol. 134. Pp. 198–287.
12. Lloyd S. Least squares quantization in PCM. *IEEE Transactions on Information Theory*. 1982. Vol. 28. № 2. Pp. 129–137.
13. Clark K., Khandelwal U., Levy O., Manning C. D. What Does BERT Look at? An Analysis of BERT's Attention. *Analyzing and Interpreting Neural Networks for NLP : Proceedings of the 2019 ACL Workshop BlackboxNLP*. Stroudsburg, PA, USA : Association for Computational Linguistics, 2019. Pp. 276–286. arXiv:1906.04341. DOI: 10.18653/v1/w19-4828.
14. Saaty T. L. Decision Making with Dependence and Feedback. The Analytic Network Process. Pittsburgh, Pennsylvania : RWS Publications, 2001. 370 p.
15. Pluta W. Metody wielowymiarowej analizy porównawczej w modelowaniu informacyjnej i ekonomicznej kombinatu przemysłowego. Wrocław, 1979. 156 p.
5. Charpak, G., Léna, P., & Quéré, Y. (2005). *Children and science* / Edit. Odile Jacob [in French].
6. Kalytych, H. I. (2008). Konsolidatsiia informatsii, znan i mudrosti yak proektuvannia i osnova harmoniinoho postupu Ukrainy [Consolidation of information, knowledge and wisdom as design and basis of harmonious progress of Ukraine]. *NTI*, 1, 51 [in Ukrainian].
7. Jardine, D. A. (Ed.). (1977). *The ANSI/SPARC DBMS Model* : Proceedings of the Second SHARE Working. Canada, Montreal : North-Holland Pub. Co.
8. Rydeheard, D. E., & Burstall, R. M. (1988). *Computational Category Theory*. New York : Prentice Hall.
9. Cannataro, M., & Talia, D. (2004). Semantics and knowledge grids: building the next-generation grid. *IEEE Intelligent Systems and Their Applications*, 19 (1), 56–63.
10. Levenshtein, V. I. (1966). Binary codes capable of correcting deletions, insertions, and reversals. *Reports of the USSR Academy of Sciences Soviet Physics Doklady*, 10 (8), 707–710.
11. Voronoi, G. F. (1908). New applications of continuous parameters to the theory of quadratic forms. *Journal für die reine und angewandte Mathematik*, 134, 198–287 [in French].
12. Lloyd, S. (1982). Least squares quantization in PCM. *IEEE Transactions on Information Theory*, 28, 2, 129–137.
13. Clark, K., Khandelwal, U., Levy, O., & Manning, C. D. (2019). What Does BERT Look at? An Analysis of BERT's Attention. *Analyzing and Interpreting Neural Networks for NLP : Proceedings of the 2019 ACL Workshop BlackboxNLP*. Stroudsburg, PA, USA : Association for Computational Linguistics. (Pp. 276–286). arXiv:1906.04341. DOI: 10.18653/v1/w19-4828.
14. Saaty, T. L. (2001). *Decision Making with Dependence and Feedback. The Analytic Network Process*. Pittsburgh, Pennsylvania : RWS Publications.
15. Pluta, W. (1979). *Methods of multivariate comparative analysis in modeling of informacyjnej i economicznej kombinatu przemysłowego*. Wrocław [in Polish].

#### References

1. Shyrokov, V. A. (2005). *Elementy leksykografii [Elements of lexicography]*. Kyiv : Dovira [in Ukrainian].
2. Piaget, J. (1951). *The Psychology of Intelligence*. London : Routledge and Kegan Paul.
3. Smulson, M. L. (2003). *Psykhologhiia rozvytku intelektu [Psychology of intelligence development]*. Kyiv : Nora-Druk [in Ukrainian].
4. Shyrokov, V. A. (2004). *Fenomenolohiia leksykografichnykh system [Phenomenology of lexicographic systems]*. Kyiv : Naukova dumka [in Ukrainian].
5. Charpak, G., Léna, P., & Quéré, Y. (2005). *Children and science* / Edit. Odile Jacob [in French].
6. Kalytych, H. I. (2008). Konsolidatsiia informatsii, znan i mudrosti yak proektuvannia i osnova harmoniinoho postupu Ukrainy [Consolidation of information, knowledge and wisdom as design and basis of harmonious progress of Ukraine]. *NTI*, 1, 51 [in Ukrainian].
7. Jardine, D. A. (Ed.). (1977). *The ANSI/SPARC DBMS Model* : Proceedings of the Second SHARE Working. Canada, Montreal : North-Holland Pub. Co.
8. Rydeheard, D. E., & Burstall, R. M. (1988). *Computational Category Theory*. New York : Prentice Hall.
9. Cannataro, M., & Talia, D. (2004). Semantics and knowledge grids: building the next-generation grid. *IEEE Intelligent Systems and Their Applications*, 19 (1), 56–63.
10. Levenshtein, V. I. (1966). Binary codes capable of correcting deletions, insertions, and reversals. *Reports of the USSR Academy of Sciences Soviet Physics Doklady*, 10 (8), 707–710.
11. Voronoi, G. F. (1908). New applications of continuous parameters to the theory of quadratic forms. *Journal für die reine und angewandte Mathematik*, 134, 198–287 [in French].
12. Lloyd, S. (1982). Least squares quantization in PCM. *IEEE Transactions on Information Theory*, 28, 2, 129–137.
13. Clark, K., Khandelwal, U., Levy, O., & Manning, C. D. (2019). What Does BERT Look at? An Analysis of BERT's Attention. *Analyzing and Interpreting Neural Networks for NLP : Proceedings of the 2019 ACL Workshop BlackboxNLP*. Stroudsburg, PA, USA : Association for Computational Linguistics. (Pp. 276–286). arXiv:1906.04341. DOI: 10.18653/v1/w19-4828.
14. Saaty, T. L. (2001). *Decision Making with Dependence and Feedback. The Analytic Network Process*. Pittsburgh, Pennsylvania : RWS Publications.
15. Pluta, W. (1979). *Methods of multivariate comparative analysis in modeling of informacyjnej i economicznej kombinatu przemysłowego*. Wrocław [in Polish].

V. A. Shyrokov,  
M. V. Nadutenko,  
O. Ye. Stryzhak,  
A. I. Gritchina,  
A. A. Yaremenko

#### LEXICOGRAPHIC ASPECTS OF ASSESSING STUDENTS' INTELLECTUAL POTENTIAL

**Abstract.** The article analyzes the process of using lexicographic models and systems to assess the levels of intellectual development of students. The category of lexicography is considered in detail. Lexicographic models and systems are considered as the conceptual basis of educational and scientific narratives that can be created by students in various thematic areas. To assess the intellectual potential, a method of comparing lexicographic models formed in the minds of students in the process of their educational and cognitive activities with lexicographic systems that define the

*conceptual basis of standardized thematic knowledge systems is proposed. It is proposed to use scientific works of world-famous scientists as standardized thematic knowledge systems. For this purpose, the concept of semantic field is introduced, which reflects the set of concepts that make up the thematic knowledge systems in the format of an ontology. The task of comparing lexicographic systems is to identify the levels of consolidation of ontologies. The use of Levenshtein distance, Voronoi diagrams, Lloyd's algorithm, language modeling (Language Understanding) using the BERT approach as means of calculating the levels of equivalence and consolidation of lexicographic systems of students' narratives and famous scientists is substantiated. The methods of multidimensional evaluation and ranking are used to calculate the levels of students' lexicographic systems in relation to the systems of thematic knowledge of a famous scientist and the corresponding rating of their positioning in this system of scientist's knowledge. The article presents an example of calculating the positioning of students' lexicographic systems in the semantic field of the world-famous cyberneticist and mathematician Viktor Glushkov, based on the semantic analysis of students' scientific works in the competition of the Junior Academy of Sciences, thematic area of cybernetics, mathematics.*

**Keywords:** *linguistic technologies, lexicography, ontology, multidimensional evaluation, semantic field, narrative, rating.*

#### ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРІВ

**Широков Володимир Анатолійович** — д. техн. наук, академік НАН України, директор, Український мовно-інформаційний фонд НАН України, м. Київ, Україна, vshirokov48@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5563-8907>

**Надутенко Максим Вікторович** — канд. техн. наук, завідувач відділу, Український мовно-інформаційний фонд НАН України, м. Київ, Україна, maxkrb@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6732-8455>

**Стрижак Олександр Євгенійович** — д. техн. наук, професор, заступник директора з наукової роботи, НЦ «Мала академія наук України», м. Київ, Україна, sae953@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4954-3650>

**Грітчина Анна Іванівна** — канд. пед. наук, заступниця директора з методичної роботи, НЦ «Мала академія наук України», м. Київ, Україна, analit@man.gov.ua; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8210-8167>

**Яременко Андрій Анатолійович** — аспірант, Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», спеціальність 172 Електронні комунікації та радіотехніка, провідний інженер відділу програмного забезпечення та комп'ютерних мереж, НЦ «Мала академія наук України», м. Київ, Україна, y\_aa@ukr.net; ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0007-0116-0347>

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Shyrovkov V. A.** — D. Sc. in Engineering (Hub), Academician of the National Academy of Sciences of Ukraine, Director, the Ukrainian Language and Information Foundation of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine, vshirokov48@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5563-8907>

**Nadutenko M. V.** — PhD in Engineering, Head of the Department, the Ukrainian Language and Information Foundation of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine, maxkrb@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6732-8455>

**Stryzhak O. Ye.** — D. Sc. in Engineering (Hub), Professor, Deputy Director for Scientific Work, the NC "Junior Academy of Sciences of Ukraine", Kyiv, Ukraine, sae953@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4954-3650>

**Gritchina A. I.** — PhD in Pedagogy, Deputy Director for Methodological Work, the NC "Junior Academy of Sciences of Ukraine", Kyiv, Ukraine, analit@man.gov.ua, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8210-8167>

**Yaremenko A. A.** — graduate student, National University "Yuri Kondratiuk Poltava Polytechnic", majoring in 172 Electronic communications and radio engineering, leading engineer of the software and computer networks department, NC "Junior Academy of Sciences of Ukraine", Kyiv, Ukraine, y\_aa@ukr.net; ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0007-0116-0347>

Стаття надійшла до редакції / Received 03.05.2024

О. В. Копійка

## ГЕОІНФОРМАТИКА В СИСТЕМАХ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

**Анотація.** У статті представлено геоінформатику як інструмент для підтримки прийняття рішень щодо планування міського та регіонального розвитку, землекористування, інфраструктури, ресурсів, управління навколишнім середовищем і просторового аналізу. Геоінформатика допомагає у підготовці, аналізі, відображенні й управлінні географічними даними. Саме у функціях аналізу та відображення вона відповідає системам підтримки прийняття рішень. Наведено приклади використання геоінформатики як складової інформаційного забезпечення регіональної інформатизації. Геоінформатика відіграє важливу роль у збиранні, аналізі й управлінні географічною інформацією у різних галузях. Вона є ключовим інструментом для систем підтримки прийняття рішень, допомагаючи аналізувати та планувати на основі геоданих. Дистанційні методи, як-от аеро- та космічне зондування, використовуються у сільському господарстві для прогнозування урожаїв і моніторингу культур. Геоінформаційні ресурси належать до найважливіших ресурсів держави, без впровадження яких у принципі неможливо виконувати функції управління. Використання геоінформаційних технологій дає змогу аналізувати структуру економіки, що дедалі більше ускладнюється, досліджувати зміну форм власності та кооперацію для вирішення цілої низки політичних, соціально-економічних, природоохоронних, інженерних та інших завдань. Геоінформаційні технології допомагають підтримувати референдуми та вибори, відображаючи результати на карті для аналізу та прогнозів. Таким чином геоінформатика робить аналіз та управління геоданими у різних сферах діяльності більш ефективними. У статті підкреслено важливість геоінформатики як інструменту для аналізу й управління географічною інформацією у різних галузях і показано, як ця технологія може сприяти прийняттю обґрунтованих рішень.

**Ключові слова:** геоінформатика, системи підтримки прийняття рішень, геоінформаційні системи.

**Постановка проблеми.** Геоінформатику (або геоінформаційну науку) можна визначити як науку або технологію, яка займається отриманням, зберіганням, опрацюванням, виробництвом, представленням і розповсюдженням географічної інформації. Збирання даних є ключовим для ефективного геоінформаційного аналізу та представлення результатів. Значення геоінформатики у моделюванні геопросторових даних, міських дослідженнях і екологічному менеджменті є безмежним [1].

Академік С. О. Довгий створив наукову школу геоінформатики, в межах якої автор статті займався проектами з розроблення систем під-

тримки прийняття управлінських рішень (далі — СППР), які використовують геоінформаційні технології [2–3].

**Мета статті** — дослідити й запропонувати нові методи використання геоінформатики як інструменту системи підтримки прийняття рішень щодо землекористування, інфраструктури, ресурсів, управління навколишнім середовищем та просторового аналізу, а також планування міського та регіонального розвитку.

**Виклад основного матеріалу.** Геоінформатика відповідає СППР саме у функціях аналізу та відображення даних. СППР аналізують та підтримують рішення шляхом формального аналізу альтернативних варіантів, їхніх атрибутів, порівнюючи з критеріями оцінки, цілями

чи завданнями й обмеженнями. Функції СППР варіюються від пошуку й відображення інформації, фільтрації та розпізнавання образів, екстраполяції, висновків і логічного порівняння до складного моделювання. Ці системи розроблені, щоб забезпечити багату й доступну інформаційну основу для підтримки прийняття рішень і планування, візуального представлення проблеми з використанням здебільшого символічної взаємодії та динамічних зображень, які підвищують ефективність розуміння.

Отже, розглянемо, у чому полягає основна ідея підтримки рішень. Керівник, який несе повну відповідальність за прийняті рішення, через складність і неструктурованість проблем, що постають перед ним, труднощі пошуку їх розв'язання потребує систематичної допомоги інших осіб на усіх етапах процесу формування кінцевого рішення — з боку своїх помічників, підлеглих фахівців, залучених учених і експертів. Однак більшу частину цієї підтримки може взяти на себе СППР.

Варто зазначити, що підтримка рішень не означає обрання чи формування оптимальних методів або шляхів розв'язання проблеми. Дійсно, процеси прийняття рішень належать до інтелектуальної сфери діяльності особи, яка приймає рішення (далі — ОПР), і є предметом вивчення кібернетики, зокрема науки про штучний інтелект. У реальній організаційній та управлінській діяльності варіанти рішень непросто сформулювати й відокремити одне від одного, складно дати їм імовірні чи якісь інші оцінки. Тому процес прийняття рішення характеризується поняттям обмеженої раціональності, згідно з яким ОПР приймає задовільні (доцільні) рішення, оскільки неспроможна їх оптимізувати. Відповідно система, яка розробляється, базується не на використанні методів оптимізації, а на залученні апарату багатокритеріального оцінювання й вибору рішень, у тому числі геоінформаційних систем (далі — ГІС).

Підтримка надається керівникові відповідно до потреб у розв'язанні проблем, що постають перед ним. У більшості випадків після аналізу інформації за допомогою ГІС керівник формує запит на надання йому допомоги, хоч це не виключає ініціативи з боку системи підтримки. Більше того, керівник може сам визначити умови надання йому допомоги. Тому в СППР передбачено режими надання підтримки за запитом

і автоматичний, коли СППР за раніше закладеним у неї алгоритмом визначає необхідність надати ОПР перелік послуг у межах підтримки прийняття рішення. Отримавши інформацію підтримки, керівник використовує її на свій розсуд і може вимагати додаткових даних. У цьому випадку СППР буде розширювати контекст підтримки, тобто відстежувати родові, асоціативні, дескрипторні та причинні зв'язки.

Використання конкретних видів управлінських рішень залежить від характеру робіт. Причому підтримка різних типів рішень буде надаватися по-різному, не тільки з використанням різноманітної і багатосторонньої інформації, а й шляхом визначення пріоритетів виконання задач, встановлення рівнів відкритості інформації та доступу до неї. Додатковими можливостями, що надаються СППР керівникові вищого рівня, є вибір і оцінювання найважливіших відомостей з усього обсягу інформації, що надходить, дослідження пов'язаних з ними станів проблеми, що потребує розв'язання. Іншими словами, СППР дає змогу керівникові обрати з величезної кількості даних найважливіші, сфокусувати на них свою увагу і цілеспрямовано їх використовувати при підготовці рішення.

У цьому контексті геоінформатика розкриває великі можливості щодо опрацювання значних обсягів інформації, а також представлення їх у вигляді, який сприяє прийняттю оптимальних рішень.

**Геоінформаційна складова інформаційного забезпечення регіональної інформатизації.** Геоінформаційні ресурси належать до найважливіших ресурсів держави, без впровадження яких у принципі неможливо виконувати функції управління. Використання геоінформаційних технологій дає змогу аналізувати структуру економіки, яка дедалі більше ускладнюється, досліджувати зміну форм власності та кооперацію для вирішення цілої низки політичних, соціально-економічних, природоохоронних, інженерних та інших завдань [4–6].

Обґрунтованість, правильність прийняття управлінських рішень залежить від рівня використання інформаційних ресурсів і застосування багатоваріантних оптимізацій розрахунків. Для одержання та використання органами управління об'єктивної, актуальної та достовірної інформації необхідними є спеціально організоване збирання, опрацювання і подання даних

особам, які приймають або готують рішення. Іншими словами, потрібно створити інформаційну індустрію з потужною інфраструктурою, яка забезпечить розподіл видів і обсягів одержання інформації, юридичну правомірність, повноту, достовірність, актуальність тощо [7–12].

Така інформаційна інфраструктура реалізується у формі геоінформаційних систем (ГІС-технологій), базовою компонентою яких є цифрова картографічна продукція.

Основною метою геоінформаційної діяльності є:

- реалізація постійно діючої системи створення та актуалізації Єдиної державної цифрової картографічної основи багатocільового призначення із широким застосуванням сучасних комп'ютерних геоінформаційних технологій, забезпечення всіх зацікавлених користувачів, насамперед державних органів, необхідною геоінформацією;
- розроблення та впровадження проблемно-орієнтованих геоінформаційних систем для моделювання та прийняття рішень при управлінні регіоном, територією, об'єктами тощо.

**Геоінформаційне картографування.** Принципово існує три методи дослідження територій: контактний, дистанційний і комбінований. Традиційні ресурсозатратні методи ґрунтуються на контактних дослідженнях, яким властиві великі обсяги матеріальних і людських затрат. Альтернативними є дистанційні методи аерота космічного зондування (Remote sensing), які в останні роки є основними у дослідженні територій. У поєднанні з комп'ютерними технологіями ці методи є єдиними, які можуть у реальному часі та з найменшими затратами забезпечити дослідження територій і об'єктів.

Провідною технологією є геоінформаційне картографування — автоматизоване створення і використання карт на основі організації високоточного багатocільового аерофотознімального виробництва та дистанційного зондування територій та окремих об'єктів з використанням геоінформаційних систем і баз картографічних даних і знань [13–14].

Дистанційні методи зондування базуються на використанні властивостей електромагнітного випромінювання. Всі природні об'єкти

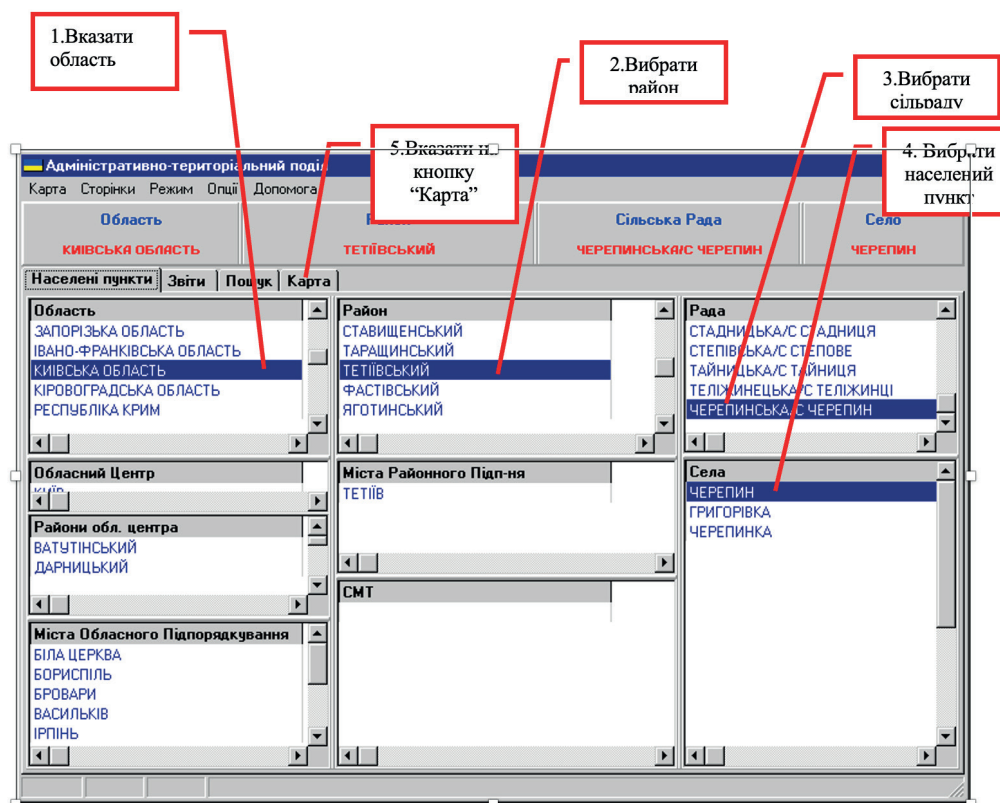


Рис. 1. Інтерфейс вибору геоінформаційних даних

по-різному відбивають, поглинають або випромінюють електромагнітні хвилі певного спектра й інтенсивності. Реєстрація їх за допомогою приймальних засобів на відстані є завданням дистанційного зондування. Зареєстрована інформація опрацьовується засобами стереофотограмметричної, радіометричної обробки й фотоінтерпретації з метою виявлення досліджуваних об'єктів і визначення їхніх властивостей. Для проведення аерознімальних робіт використовуються спеціальні дослідницькі літаки з найсучаснішим аерофотознімальним, багатозональним, радарним і тепловізорним устаткуванням. Для координування центрів аерознімків, планово-висотної прив'язки, створення геодезичних мереж і великомасштабних топографічних зніманих використовується супутникова глобальна система позиціонування GPS-вимірювань.

**Напрями використання геоінформаційних систем у регіоні.** Геоінформаційні засоби з використанням цифрових картографічних матеріалів забезпечують вирішення таких важливих завдань регіону (рис. 1, 2), як:

- підтримка діяльності органів державної влади, роботи правоохоронних органів, силових структур, контролю умов життя та зайнятості

населення, охорони здоров'я та рекреації, розвитку освіти і культури;

- територіальне й галузеве планування економічного розвитку регіону і районів, управління промисловістю, сільським господарством, транспортом, енергетикою, фінансами, розвиток засобів зв'язку та мереж телекомунікацій;
- дослідження стану експлуатації продуктопроводів і газопроводів, можливих витоків нафтопродуктів;
- визначення пошкоджень, теплових втрат будівель і теплотрас;
- інженерна оцінка місцевості;
- розроблення проектів об'єктів будівництва та споруд, інженерних комунікацій, будівництво гідротехнічних споруд, проектування та будівництво автомобільних доріг, залізниць, нафто- і газопроводів, ліній енергопередач тощо;
- оцінювання водних і гідроенергетичних ресурсів [15–17];
- визначення запасів поверхневих вод, спостереження за станом меліоративних систем.

В умовах соціально-економічних реформ можна виокремити найважливіші завдання, які постали нині перед українським суспільством:

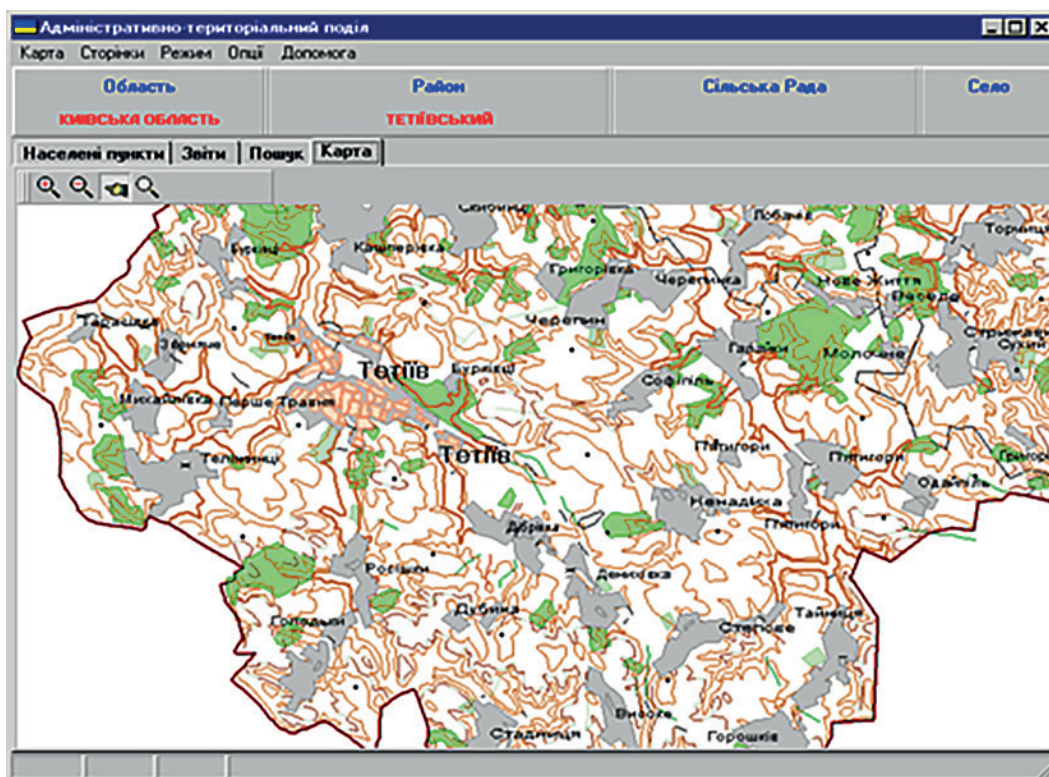


Рис. 2. Інтерфейс роботи з геоінформаційними даними



- підтримка прийняття управлінських рішень органами державної влади;
- забезпечення проведення земельної реформи;
- моніторинг природних ресурсів і екології довкілля.

Прикладом використання ГІС-технологій для вирішення практичних завдань управління у сфері інформатизації може слугувати вивчення рельєфу місцевості в масштабах окремого району й області загалом з метою аналізу можливості застосування мікрохвильових радіоканалів для впровадження інтернету [18–20].

Використання телекомунікаційного радіозв'язку не потребує прокладання розгалуженої кабельної мережі й особливо ефективно на відстанях до 10–40 км (залежно від рельєфу місцевості). Оскільки місцевість на території Київської області має переважно рівнинний характер з перепадом висот у межах будь-якого району не більше 100 м, а середня площа території району в області становить близько 1120 км, то середня відстань від райцентру до кордону району — менше ніж 20 км. З огляду на розташування більшості підприємств на меншій відстані від райцентру, а в містах площею до 100 км — взагалі не далі 2–5 км від міськвиконкому, можна

дійти висновку, що використання радіоканалів для потреб створення районних і міських телекомунікаційних мереж є доцільним, бо не потребує витрат на прокладання кабельних каналів зв'язку.

При розробленні проектів грошової оцінки земель використовуються їхні кількісні та якісні характеристики, карти бонітування ґрунтів, кадастрового зонування, генеральні плани та проекти планування і забудови населених пунктів, їхнього історико-культурного, функціонального, санітарно-екологічного, інженерно-геологічного зонування тощо.

**Геоінформаційні системи органів державної влади.** Створення геоінформаційних ресурсів для органів державної влади в регіоні тісно пов'язане з реалізацією проектів програми інформатизації України. Одним із першочергових завдань є інтегрування існуючих чи створюваних проблемних баз даних з цифровим картографічним матеріалом.

Для розв'язання макрозадач управління областю пропонується застосовувати цифрову топографічну карту масштабу 1:200 000 (рис. 3). Ця карта призначена для вивчення та оцінювання місцевості, генерального планування



Рис. 3. Фрагмент цифрової карти місцевості масштабу 1:200 000

територіально-виробничих комплексів, планування і попереднього проектування населених пунктів, об'єктів транспорту, освоєння природних ресурсів, охорони природи, розробки корисних копалин.

Для рівня міста доцільно використовувати карти масштабів 1:100 000 (рис. 4) та 1:10 000 (рис. 5). Крім того, для вирішення окремих завдань необхідно мати карти деяких ділянок територій масштабу 1:5000 (рис. 6). Державним власником цифрових карт, необхідних для інформаційного забезпечення діяльності органів державної влади, є Державна служба України з питань геодезії, картографії та кадастру, її наукові й виробничі підприємства. Постачання цифрових карт масштабу 1:200 000 для центральних і місцевих органів влади здійснюється за встановленим порядком з оплатою лише робіт з фізичного тиражування. Але слід враховувати той факт, що достовірність карт знижується щорічно на 8–10 % через природні й антропогенні зміни (ерозію ґрунтів, зміну річищ і пересихання річок, паводкові та зсувні явища, лісові пожежі та вирубки, промислове, транспортне й цивільне будівництво тощо). Тому наразі виникає проблема постійно-

го підтримання карт в актуальному стані й такого ж постійного оновлення їх у користувачів. Зважаючи на кількість користувачів, вирішення цього питання практично неможливе без створення картографічної складової інформаційної інфраструктури.

З урахуванням результатів проведення перепису населення необхідно здійснити оновлення картографічних матеріалів міст, виконати їх інтеграцію з базами даних населення та створити на цій основі проблемні регіональні ГІС для сприяння організації виборів, соціального та медичного забезпечення, комунальних платежів тощо.

**Геоінформаційні системи забезпечення земельної реформи.** Проведення земельної реформи передбачає передачу у власність або користування фізичним і юридичним особам земельних ділянок. Сама реєстрація прав власників та землекористувачів земельних ділянок у населених пунктах і на землях сільськогосподарського призначення передбачає їхню просторову прив'язку, нанесення на карти й розпланування на місцевості, що зумовлює великі обсяги топографо-геодезичних і картографічних робіт. Зазвичай картографічні роботи в населених



Рис. 4. Фрагмент цифрової карти місцевості масштабу 1:100 000

пунктах виконуються методами наземного топографічного знімання. Потреба у значних коштах на проведення великих обсягів цих робіт є однією з головних причин повільного поступу реформи. Ще гірший стан спостерігається щодо робіт з розпаювання земель сільськогосподарського призначення.

При застосуванні великомасштабного аерофотознімання сільськогосподарських територій можна було б виготовити цифрові ортофотоплани, які мають вимірювальні властивості топографічних карт і планів, але на відміну від них значно дешевші й складаються у стислі терміни.

Варто зазначити, що ортофотоплани й ортофотокарти у розвинених країнах поряд з топокартами є основним графічним матеріалом для комп'ютерних геоінформаційних технологій (рис. 7). У поєднанні з мультizonальним зніманням можна було б виконати розпаювання земель з урахуванням агрономічних властивостей ґрунтів, натомість зараз до уваги беруться плани землеустрою 20-річної давнини. Крім того, цифрові ортофотокарти й ортофотоплани пропонується використати для створення кадастрових планів ділянок.

Виконання робіт зі встановлення на місцевості меж забезпечить облік та баланс земель, за яким сумарна площа земельних ділянок дорівнюватиме площі адміністративного утворення. Це допоможе виявити необліковані площі, самозахоплення земель юридичними й фізичними особами, упорядкувати платежі за землю. Одним з найактуальніших завдань у здійсненні земельної та економічної реформ у регіоні є грошова оцінка земель. Вона виступає інтегральною характеристикою кількісних, якісних, економічних, правових, регіональних та інших показників земель і служить основою єдиного механізму оподаткування земель та справляння інших платежів у процесі їх цивільного обігу. При розробці проєктів грошової оцінки земель використовуються їхні кількісні та якісні характеристики, карти бонітування ґрунтів, кадастрового зонування, генеральні плани та проєкти планування і забудови населених пунктів, їх історико-культурного, функціонального, санітарно-екологічного, інженерно-геологічного зонування тощо.

Значна кількість показників, їхня просторова прив'язка та різноманітність джерел походження роблять природним застосування



Рис. 5. Фрагмент цифрової карти місцевості масштабу 1:10 000

геоінформаційних технологій і геоінформаційних систем.

Застосування ГІС для оцінювання конкретних земельних ділянок найбільш ефективно, оскільки йдеться про тисячі ділянок та оперативне передавання результатів до органів державної податкової адміністрації для управління процесом справляння землекористувачами платежів за землю.

**Використання дистанційних методів у сільському господарстві.** Проведення багатозональних (в різних зонах оптичного спектра) аерознімків земель сільськогосподарського призначення забезпечує не тільки облік сільськогосподарських земель, а й визначення агрономічних характеристик ґрунтів, якості посівів і розвитку сільськогосподарських культур, прогнозування урожаїв. Дані багатозональних знімків сукупно з інформацією про рельєф місцевості та результатами агрохімічних досліджень забезпечують створення карт ґрунтів, які в умовах реформування земельних відносин і розпаювання земель не лише необхідні для землеустрою, а й служать основою для оцінювання виділених паїв,

формування об'єктивного ринку землі при операціях купівлі-продажу.

Багатозональні знімки та відповідна їх радіометрична обробка дають змогу створити тематичну карту районів з дійсною картиною інвентаризації земель і сільськогосподарських культур, геоінформаційне забезпечення у стислий термін надасть статистичні дані з класифікацією сільськогосподарських земель і культур для прийняття управлінських та агрономічних рішень у районі.

Моніторинг сільськогосподарських культур забезпечує достовірною інформацією для прогнозування врожаїв. Використання дистанційних методів у сільському господарстві розвинених країн забезпечило виникнення нової концепції акуратного (точного) землеробства. Суть його полягає в тому, що агротехнічні, агрохімічні й інші заходи застосовуються не однаково для всього поля, а у нормованих дозах виключно на тих ділянках, де вони необхідні. Такий підхід дає змогу розробити ГІС акуратно-го сільського господарства, в основі якого буде концепція високоточної просторової локалізації агротехнічних, агрохімічних та інших заходів регулювання врожайності.



Рис. 6. Фрагмент цифрової карти місцевості масштабу 1:5000

**Висновки.** За результатами статті можна зробити кілька важливих висновків:

1) геоінформатика відіграє ключову роль у сучасному світі, де вона використовується для отримання, аналізу, використання та управління географічною інформацією у різних сферах, як-от землекористування, інфраструктура, екологічне управління тощо;

2) геоінформатика є важливим інструментом системи підтримки прийняття рішень, яка допомагає аналізувати дані, приймати управлінські рішення і планувати дії на основі географічної інформації;

3) використання геоінформаційних систем дає змогу покращити процеси управління, аналізу та планування шляхом ефективного використання географічних даних;

4) дистанційні методи, включаючи аеро- та космічне зондування, відіграють важливу роль у сільському господарстві, даючи змогу аналізувати стан ґрунтів, прогнозувати урожаї та проводити моніторинг розвитку сільськогосподарських культур;

5) геоінформаційні технології можуть бути використані для організації референдумів, виборів та опитувань громадської думки, допомагаючи відображати результати на карті, аналізувати і прогнозувати хід подій.

#### Список використаних джерел

1. Bello I. E., Ikhuoria I. A. 3D Cartographic Model and Animation of As-built Educational Landuse of UNIBEN, Nigeria. *International Journal of Scientific Research in Science and Technology*. 2015. Vol. 1 (5). Pp. 204–212.
2. Довгий С. О., Копійка О. В, Черепін Ю. Т. Засади регіональної інформатизації. Київ : ВПЦ «ТИРАЖ», 2004. 540 с.
3. Довгий С. О., Копійка О. В. Автоматизована система для підтримки прийняття рішень при ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС. Київ : Наук. думка, 2001. С. 211–266.
4. Довгий С. Стан та проблеми розвитку телекомунікаційної мережі України. Київ : Наука та наукознавство, 2000. 178 с.
5. Приватизація, інвестиції та фондовий ринок: правові засади та практика : у 4 т. / за ред. чл.-кор. НАН України, проф. С. О. Довгого, чл.-кор., проф. В. М. Литвина ; Відкрите акціонер. т-во «Укртелеком». Київ : Укртелеком, 2001.
6. Інформаційно-аналітичне супроводження бюджетного процесу : монографія / за ред. С. О. Довгого, І. В. Сергієнка. Київ : ТОВ «Інформаційні системи», 2013. 420 с.
7. Introduction to Raster Data. URL: <https://datacampentry.org/organization-geospatial/01-intro-raster-data.html> (дата звернення: 23.06.2024).



Рис. 7. Фрагмент кольорового ортофотоплану

8. Mehta N., Shaik S., Devireddy R., Gartia M. R. Single-Cell Analysis Using Hyperspectral Imaging Modalities. *J Biomech Eng.* 2018. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5816251/> (дата звернення: 23.06.2024).
9. Liu Z., Acker J. Giovanni: The Bridge Between Data and Science. *Eos.* 2017. URL: <https://eos.org/science-updates/giovanni-the-bridge-between-data-and-science> (дата звернення: 23.06.2024).
10. GIS (Geographic Information System). URL: <https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/geographic-information-system-gis/> (дата звернення: 23.06.2024).
11. Прикладні аспекти використання геоінформаційної системи QGIS для вирішення завдань геоаналітики / В. В. Путренко та ін. Київ : ННК «Світовий центр даних з геоінформатики та сталого розвитку», 2019. 130 с.
12. Версії додатка Планета Земля. URL: [https://www.google.com/intl/uk\\_ALL/earth/versions/#earth-pro](https://www.google.com/intl/uk_ALL/earth/versions/#earth-pro) (дата звернення: 23.06.2024).
13. Global Forest Watch. URL: <https://www.global-forestwatch.org/map> (дата звернення: 23.06.2024).
14. Герасим А., Боднар П., Кельм Н., Дроздова Є. Золото Дніпра. Як миють пісок. 2019. URL: <https://texty.org.ua/d/2019/sand/> (дата звернення: 23.06.2024).
15. «Цвітіння» водойм. URL: <http://www.vodgosp.kharkov.ua/archives/5550> (дата звернення: 23.06.2024).
16. Float. URL: <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/spatial-analyst-toolbox/float.htm> (дата звернення: 23.06.2024).
17. Свідзінська Д. В. Методи геоекологічних досліджень: геоінформаційний практикум на основі відкритої ГІС SAGA : навч. посіб. Київ : Логос, 2014. 402 с.
18. Беркман Л. Н., Копійка О. В. Теоретичні основи методології синтезу інформаційно-комунікаційних систем. *Телекомунікаційні та інформаційні технології.* 2014. № 4. С. 12–20.
19. Копійка О. В. Архітектура мережі в сучасних дата-центрах. *Наукові записки Українського науково-дослідного інституту зв'язку.* 2014. № 2 (30). С. 34–41.
20. Копійка О. В. Методологія синтезу інформаційно-комунікаційних систем на базі єдиної інформаційної платформи : автореф. ... д-ра техн. наук : 05.13.06. Київ, 2014. 40 с.
21. *Scientific Research in Science and Technology*, 1 (5), 204–212.
2. Dovhyi, S. O., Kopyika, O. V., & Cherepin, Yu. T. (2004). *Zasady rehionalnoi informatyzatsii [Principles of regional informatization]*. Kyiv : VPTs "TYRAZH" [in Ukrainian].
3. Dovhyi, S. O., & Kopyika, O. V. (2001). *Avtomatyzovana systema dlia pidtrymky pryiniattia rishen pry likvidatsii naslidkiv avarii na ChAES [Automated system for the process of taking decisions during the liquidation of the inheritance of an accident at the CNPP]*. Kyiv : Nauk. dumka [in Ukrainian].
4. Dovhyi, S. (2000). *Stan ta problemy rozvytku telekomunikatsiinoi merezhi Ukrainy [The state and problems of the development of the telecommunications network of Ukraine]*. Kyiv : Nauka ta naukoznavstvo [in Ukrainian].
5. Dovhyi, S. O., & Lytvyn, V. M. (Eds.). (2001). *Pryvatyzatsiia, investytsii ta fondovyi rynek: pravovi zasady ta praktyka [Privatization, Investment and the Stock Market: Legal Principles and Practice]*. (Vol. 1–4). Kyiv : Ukrtelekom [in Ukrainian].
6. Dovhyi, S. O., & Serhiienko, I. V. (Eds.). (2013). *Informatsiino-analitychne suprovodzhennia biudzhethnoho protsesu [Informational and analytical support of the budget process]*. Kyiv : TOV "Informatsiini systemy" [in Ukrainian].
7. Introduction to Raster Data. Retrieved from <https://datacarpentry.org/organization-geospatial/01-intro-raster-data.html>.
8. Mehta, N., Shaik, S., Devireddy, R., & Gartia, M. R. (2018). Single-Cell Analysis Using Hyperspectral Imaging Modalities. *J Biomech Eng.* Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5816251/>.
9. Liu, Z., & Acker, J. (2017). Giovanni: The Bridge Between Data and Science. *Eos.* Retrieved from <https://eos.org/science-updates/giovanni-the-bridge-between-data-and-science>.
10. GIS (Geographic Information System). Retrieved from <https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/geographic-information-system-gis/>.
11. Putrenko, V. V., Datsenko, L. M., Lazarenko-Hevel, N. Yu., Maksimova, Yu. S., Pashinska, N. M., Gapon, S. V. et al. (2019). *Prykladni aspekty vykorystannia heoinformatsiinoi systemy QGIS dlia vyrishennia zavdan heoanalitky [Applied aspects of using the geoinformation system QGIS to solve geoanalytics tasks]*. Kyiv : NNK "Svitovyi tsentr danykh z heoinformatyky ta staloho rozvytku" [in Ukrainian].
12. *Versii dodatka Planeta Zemlia [Versions of the Planet Earth application]*. Retrieved from [https://www.google.com/intl/uk\\_ALL/earth/versions/#earth-pro](https://www.google.com/intl/uk_ALL/earth/versions/#earth-pro) [in Ukrainian].

## References

1. Bello, I. E., & Ikhuoria, I. A. (2015). 3D Cartographic Model and Animation of As-built Educational Landuse of UNIBEN, Nigeria. *International Journal of*

13. *Global Forest Watch*. Retrieved from <https://www.globalforestwatch.org/map>.
14. Herasym, A., Bodnar, P., Kelm, N., & Drozdova, Ye. (2019). *Zoloto Dnipra. Yak myiut pisok [Gold of the Dnipro. How sand is washed]*. Retrieved from <https://texty.org.ua/d/2019/sand/> [in Ukrainian].
15. "Tsvitinnia" vodoim ["Blooming" of reservoirs]. Retrieved from <http://www.vodgosp.kharkov.ua/archives/5550> [in Ukrainian].
16. *Float*. Retrieved from: <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/spatial-analyst-toolbox/float.htm>.
17. Svidzinska, D. V. (2014). *Metody heoekolohichnykh doslidzhen: heoinformatsiyni praktykum na osnovi vidkrytoi HIS SAGA [Methods of geoecological research: geoinformation workshop based on open GIS SAGA]*. Kyiv : Lohos [in Ukrainian].
18. Berkman, L. N., & Kopiika, O. V. (2014). Teoretychni osnovy metodolohii syntezy informatsiino-komunikatsiinykh system [Theoretical bases of methodology of synthesis of information and communication systems]. *Telekomunikatsiini ta informatsiini tekhnolohii — Telecommunication and information technologies*, 4, 12–20 [in Ukrainian].
19. Kopiika, O. V. (2014). Arkhitektura merezhi v suchasnykh data-tsentrah [Network architecture in modern data centers]. *Naukovi zapysky Ukrainського naukovo-doslidnoho instytutu zviazku — Scientific notes of the Ukrainian Research Institute of Communications*, 2 (30), 34–41 [in Ukrainian].
20. Kopiika, O. V. (2014). Metodolohiia syntezy informatsiino-komunikatsiinykh system na bazi yedynoi informatsiinoi platformy [Methodology of the synthesis of information and communication systems based on a single information platform]. *Extended abstract of Doctor's thesis*. Kyiv [in Ukrainian].

O. V. Kopiika

#### GEOINFORMATICS IN DECISION-MAKING SUPPORT SYSTEMS

**Abstract.** *The article presents geoinformatics as a tool to support decision-making in urban and regional development planning, land use, infrastructure, resources, environmental management and spatial analysis. Geoinformatics helps in the preparation, analysis, display and management of geographic data. It is in the functions of analysis and display that Geoinformatics corresponds to decision support systems. Examples of the use of geoinformatics as a component of information support for regional informatization are presented. Geoinformatics plays an important role in the collection, analysis and management of geographic information in various fields. It is a key tool for decision support systems, helping to analyze and plan based on geodata. Remote sensing techniques such as aerial and space sensing are used in agriculture to forecast yields and monitor crops. Geoinformation resources are among the most important resources of the state, without the implementation of which, in principle, it is impossible to perform management functions. The use of geoinformation technologies makes it possible to analyze the structure of the economy, which is becoming more and more complicated, to investigate changes in forms of ownership and cooperation to solve a number of political, socio-economic, environmental protection, engineering and other problems. Geoinformation technologies help support referendums and elections by displaying the results on a map for analysis and forecasting. Thus, geoinformatics makes the analysis and management of geodata more effective in various fields of activity. The article emphasizes the importance of geoinformatics as a tool for the analysis and management of geographic information in various fields and shows how these technologies can contribute to informed decision-making.*

**Keywords:** *geoinformatics, decision support systems, geoinformation systems.*

#### ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРА

**Копійка Олег Валентинович** — д. техн. наук, професор, член-кореспондент НАН України, в. о. директора, Інститут прикладних систем управління НАН України, м. Київ, Україна, [okopiika@gmail.com](mailto:okopiika@gmail.com); ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0189-3915>

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

**Kopiika O. V.** — D. Sc. in Engineering, Professor, Corresponding Member of NAS of Ukraine, Acting Director, Institute of Applied Control Systems of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine, [okopiika@gmail.com](mailto:okopiika@gmail.com); ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0189-3915>

Стаття надійшла до редакції / Received 24.06.2024

В. В. Приходнюк,  
В. В. Горборуков,  
М. І. Довга

## АВТОМАТИЗОВАНА ПОБУДОВА ОСВІТНІХ НАРАТИВІВ ЯК ЗАСІБ ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНОЇ ПІДТРИМКИ ПОЗАШКІЛЬНОЇ ОСВІТИ

**Анотація.** Позашкільна освіта відіграє важливу соціальну роль у суспільстві й допомагає молодому поколінню розкривати та розвивати свої індивідуальні інтереси й таланти, що надає унікальну можливість для набуття життєво важливих знань і навичок. Однак задля досягнення більш позитивного ефекту позашкільна освіта має бути інтегрована з академічними дисциплінами загальноосвітніх навчальних закладів, які спираються на державні освітні стандарти. Це дає змогу учням не тільки краще засвоїти отриману в школі інформацію, збагатити і поглибити свої знання, а й застосувати їх у реальному житті. Отже, від педагогів позашкільних освітніх закладів вимагається не тільки володіння специфічними для своєї галузі знаннями, а й глибоке розуміння відповідних державних освітніх програм для створення комплексних і збалансованих навчальних курсів. Тому підвищення ефективності їхньої роботи передбачає впровадження інформаційно-аналітичної підтримки із застосуванням сучасних технологічних рішень, зокрема когнітивної інформаційної технології «ПОЛІЕДР». Ця технологія дає змогу автоматизувати процес обробки й аналізу великих обсягів інформації, зокрема навчальних програм і матеріалів. За допомогою когнітивних сервісів, розгорнутих на базі цієї технології, можна створювати онтології освітніх наративів, що пропонуються як основа такої інформаційно-аналітичної підтримки. Зазначені онтології дають змогу структурувати та систематизувати знання в освітньому контексті. Вони визначають ключові поняття та категорії, які використовуються у навчальних програмах, та встановлюють зв'язки між ними, що допомагає створювати більш організовані та зв'язні навчальні матеріали, які краще засвоюються учнями. Також це сприяє виявленню та візуалізації взаємозв'язків між різними освітніми курсами й предметами, що особливо важливо для розробки інтегрованих навчальних програм. Використання онтологій освітніх наративів може суттєво підвищити персоналізацію навчання, оскільки вони дають змогу педагогам адаптувати позашкільні курси до індивідуальних потреб і вподобань учнів. Знаючи, як знання пов'язані між собою та як вони впливають одне на одне, вчителі можуть більш ефективно налаштовувати уроки, керуючись здібностями та інтересами своїх учнів.

**Ключові слова:** освітній наратив, онтологія, когнітивні сервіси.

**Вступ.** Позашкільна освіта відіграє важливу роль у формуванні всебічно розвиненої особистості, надаючи дітям та підліткам можливість розвивати свої інтереси й таланти поза межами

традиційної шкільної програми. Вона охоплює широкий спектр напрямів, від мистецтва та науки до спорту і технологій, надаючи учням цінний досвід та знання. Центральне місце в цьому процесі займають позашкільні освітні заклади, які, згідно із Законом України «Про позашкільну

© Приходнюк В. В., Горборуков В. В., Довга М. І.



освіту» [1], повинні формувати й затверджувати в органах управління освітні та навчальні позашкільні програми.

Однак цей процес спричиняє певні виклики. На відміну від загальноосвітніх навчальних закладів, які можуть спиратися на державні освітні стандарти та програми, позашкільні установи стикаються з необхідністю самостійно розробляти навчальні матеріали та методики, що відображають їхній унікальний навчальний досвід і специфіку. Це означає, що кожен заклад має не тільки ідентифікувати освітні потреби своїх учнів, а й створити адаптовану та гнучку програму, яка б задовольняла ці потреби в межах своєї спеціалізації.

Деякі напрями позашкільної освіти, особливо ті, що стосуються академічних дисциплін, таких як математика, природничі науки чи мови, тісно переплітаються зі змістом шкільної освіти. Це створює унікальні можливості для поглиблення та розширення знань учнів, даючи їм змогу краще засвоїти отриману в школі інформацію чи застосувати її в практичних або творчих контекстах. Проте зазначена інтеграція вимагає від педагогів позашкільних освітніх закладів не тільки володіння специфічними для своєї галузі знаннями та вміннями, а й глибокого розуміння відповідних державних освітніх програм та створених на їх основі загальноосвітніх курсів.

Таке розуміння є критично важливим для розробки позашкільних навчальних програм, які б доповнювали й поглиблювали знання учнів, забезпечуючи плавний перехід і взаємозв'язок між шкільними та позашкільними видами освіти. Педагогам потрібно адаптувати свої методики до рівня знань учнів, враховуючи їхній академічний прогрес у школі, щоб створити умови для ефективного навчання та розвитку.

Цей процес, своєю чергою, вимагає аналізу великої кількості інформації, що є досить копіткою роботою, ефективність якої може бути суттєво підвищена шляхом впровадження інформаційно-аналітичної підтримки засобами сучасних когнітивних технологій. Однією з них є когнітивна інформаційна технологія (KIT) «ПОЛІЕДР», що дає можливість аналізувати великі масиви природномовних документів, представляти їх у структурованій формі.

Пропонується поняття освітнього нарративу як сукупності взаємопов'язаних знань, концепцій, теорій з різних дисциплін, що формується

в процесі навчання в загальноосвітніх та позашкільних закладах. Такий нарратив може бути побудований автоматично засобами KIT і представлений в онтологічній формі, що дає можливість організувати порядок інтерактивної взаємодії з ним.

**Поточний стан.** У сучасному світі перед освітніми закладами різних типів і рівнів постають виклики, пов'язані з потребою адаптації до швидкозмінних умов, інтеграції новітніх технологій у навчальний процес та підготовки випускників, здатних відповідати сучасним професійним вимогам. Ці виклики вимагають від освітніх установ встановлення спільних стандартів навчання, що гарантували б однорідність знань і навичок, необхідних для успішної кар'єри у глобалізованому світі. Відповіддю на ці виклики стали проекти гармонізації навчальних програм, спрямовані на усунення розбіжностей між навчальними програмами та стандартами різних країн і освітніх систем, що таким чином забезпечують випускникам навички та знання, актуальні й визнані на міжнародному рівні.

Основною метою зазначених проєктів є підвищення якості освіти та інтеграція її в єдиний глобальний освітній простір [2–5], забезпечення більшої однорідності та цілісності в навчальних програмах [6], а також інтеграція традиційних і сучасних освітніх підходів [7]. Завданнями таких проєктів є:

- аналіз міжнародних освітніх практик та поточних навчальних програм, їх порівняння з міжнародними стандартами та адаптація до глобальних вимог [2–4];
- визначення прогалів та невідповідностей в наявних програмах, розробка рекомендацій для їх поліпшення [6];
- розробка та впровадження інтегрованих програм, що поєднують у собі елементи різних дисциплін або предметів [7];
- організація тренінгів для викладачів з метою підвищення рівня їхньої компетенції [8; 9].

Результатом проєктів з гармонізації навчальних програм є створення більш узгодженої та сучасної системи освіти, що відповідає міжнародним стандартам [3; 8]. Наявність такої системи сприяє покращенню якості освіти, допомагає підготувати всебічно розвинених та конкурентоспроможних фахівців, які мають необхідні знання та навички для успішної кар'єри.

Однак здебільшого подібні проекти спрямовані на гармонізацію загальноосвітніх програм і програм вищої освіти без урахування позашкільної освіти. Це пояснюється низкою причин, основними серед яких є різноманітність форм і цілей позашкільної освіти та відсутність єдиних чітких нормативних регулювань, що суттєво ускладнює процес гармонізації.

Значна частина позашкільних програм перетинається зі шкільними курсами. При цьому позашкільні програми зазвичай передбачають випередження вивчення відповідних тем, що містяться у шкільній програмі, або пропонують більший обсяг знань, умінь і навичок, які можуть бути засвоєні в процесі навчання. У результаті, для максимізації позитивного впливу позашкільних програм на різні аспекти шкільної успішності учнів, важливо забезпечити взаєморозуміння та взаємодоповнення між вчителями, що працюють за шкільними програмами, та педагогами позашкільля. Викладачі позашкільних навчальних закладів повинні добре орієнтуватися в тому, що учні вже знають, для оптимального планування діяльності, а шкільні вчителі, у свою чергу, можуть використовувати елементи позашкільних курсів як доповнення до стандартного освітнього процесу.

Це зумовлює потребу в розробці механізмів порівняння загальноосвітніх та позашкільних курсів, які давали б змогу аналізувати відповідні навчальні матеріали, встановлювати відповідності та відмінності між ними й формувати рекомендації щодо змісту позашкільних курсів, враховуючи потреби кожного учня. Ефективність зазначених механізмів може бути значно підвищена завдяки застосуванню інформаційно-аналітичної підтримки, що надаватиметься засобами сучасних інформаційних технологій.

Саме з метою надання такої підтримки пропонується підхід до порівняння цифрових активів, які представляють зміст курсів, — таких як програми, навчальні посібники, конспекти лекцій та інші матеріали, — за допомогою автоматизованого створення онтологій освітніх наративів. Цей підхід спрямований насамперед на порівняння і узгодження загальноосвітніх і позашкільних курсів, однак він також може бути адаптований до інших завдань, наприклад, гармонізації загальноосвітніх програм або оцінювання відповідності програм державним освітнім стандартам.

**Формування онтологій освітнього наративу.** Метод рекурсивної редукції [10] являє собою підхід до формалізованого опису процесу обробки слабкоструктурованого або неструктурованого природномовного тексту з подальшим структуризованим представленням результатів обробки у вигляді онтології. Метод може бути застосований до певної предметної галузі (ПГ), що описується певним природномовним документом  $T$ . У результаті послідовних перетворень (1) документа поступово формується структуризоване представлення ПГ у вигляді онтології  $O$ .

$$T \rightarrow T_{sn} \rightarrow \langle X, T_{sn} \rangle \rightarrow \langle X, R, T_{sn} \rangle \rightarrow \langle X, R, A, T_{sn} \rangle \rightarrow O, \quad (1)$$

де  $T$  — початковий природномовний текст;  $T_{sn}$  — первинна структура тексту;  $X, R, A$  — складові вихідної онтології  $O$ .

Перетворення  $T \rightarrow T_{sn}$  може бути результатом:

- лексичного аналізу — отримується послідовність елементів (слів, чисел, спеціальних символів), над якими можуть задаватись правила, що відображають закономірності, наявні в межах тієї чи іншої мови;
- аналізу структури вхідного документа (для слабкоструктурованих документів) — дає змогу отримати ієрархію логічних елементів документа (заголовки, списки, таблиці тощо), над якими можуть задаватись правила щодо закономірностей, характерних для конкретного типу документів;
- аналізу змісту тексту за допомогою систем штучного інтелекту (ШІ) — дає можливість отримати множину високорівневих сутностей (терміни, назви об'єктів тощо), які описуються в наданому тексті. Залежно від поставлених системі ШІ завдань додатково можуть отримуватись різноманітні характеристики сутностей, а також взаємозв'язки між ними.

Кожен елемент  $T_{sn}$  розглядається як пара вигляду (2), що містить результат роботи модуля у вигляді певної множини атрибутів. У більш складних випадках на вхід методу рекурсивної редукції подаються не тільки елементи, а і зв'язки між ними (3).

$$l_{sn} = \langle t, t', A_l \rangle, \quad (2)$$

де  $l_{sn}$  — елемент множини  $T_{sn}$ ;  $t$  — текстове представлення елемента;  $t'$  — нормалізоване текстове представлення елемента;  $A_l$  — множина атрибутів елемента.

$$r_{sn} = \langle l_1, l_2, k, A_r \rangle, \quad (3)$$

де  $r_{sn}$  — зв'язок;  $l_1, l_2$  — елементи;  $k$  — тип зв'язку;  $A_r$  — атрибути зв'язку.

Множини елементів та зв'язків утворюють орієнтований граф (4). Такий граф і представляє первинну структуру тексту, що використовується в якості вихідних даних для методу рекурсивної редукції.

$$T_{sn} = \langle L_{sn}, R_{sn} \rangle, \quad (4)$$

де  $L_{sn}$  — множина елементів;  $R_{sn}$  — множина зв'язків (3) між елементами.

Власне метод рекурсивної редукції полягає в рекурсивному застосуванні до структури (4) спеціалізованих функцій, що здійснюють перетворення груп елементів на об'єкти, зв'язки та атрибути онтології.

Зазначені вище спеціалізовані функції відображають бачення експерта щодо наявних у вхідному наборі природномовних документів закономірностей. Описані експертом закономірності складаються з двох частин — способу знаходження елементів, що відповідають закономірності, і перетворення їх у структуру, потрібну кінцевому користувачу. Таким чином формується правило редукції (5).

$$d = \langle f_{id}^d, f_{tr}^d \rangle, \quad (5)$$

де  $d$  — правило редукції;  $f_{id}^d$  — функція ідентифікації;  $f_{tr}^d$  — функція перетворення.

Роботу такого правила можна узагальнено представити в якості допоміжної функції (6). При цьому передбачається, що функція ідентифікації є предикатом.

$$F^d(\tilde{T}_{sn}) = \begin{cases} f_{tr}^d(\tilde{T}_{sn}), & f_{id}^d(\tilde{T}_{sn}) \\ \emptyset, & \neg f_{id}^d(\tilde{T}_{sn}) \end{cases}, \quad (6)$$

де  $d$  — правило виду (5);  $F^d$  — функція застосування правила  $d$ ;  $f_{id}^d, f_{tr}^d$  — елементи правила  $d$ ;  $\tilde{T}_{sn} \subseteq T_{sn}$  — фрагмент первинної структури тексту (4).

Робота власне методу рекурсивної редукції полягає в застосуванні певної множини правил до множини елементів вхідного тексту. Для цього також передбачена допоміжна функція — функція редукції (7).

$$F_{rd}(D, L) = \bigcup_{d \in D} \bigcup_{\tilde{L} \in \beta_L} F_d(T_{\tilde{L}}), \quad (7)$$

де  $F_{rd}$  — функція редукції;  $D$  — множина правил рекурсивної редукції;  $L$  — множина елементів з первинної структури тексту (4);  $\beta_L$  — множина всіх підмножин  $L$ ;  $\tilde{L}$  — певна підмножина  $L$ ;  $T_{\tilde{L}}$  — фрагмент первинної структури тексту (4).

Використання методу рекурсивної редукції потребує створення бази правил, що описують закономірності, наявні у вхідному масиві документів. Природним способом опису таких правил є онтологія, що може бути використана для формування складних ієрархічних структур даних з великою кількістю зв'язків. Використання такої онтології (онтологічний дескриптор структуризації) дає можливість представляти набір правил в більш природній, зручнішій для користувача формі, яку можна звести до трьох логічних елементів:

- 1) формальна модель вхідного масиву документів і наявних у ньому закономірностей;
- 2) формальна модель результату, тобто онтології, що має бути створена внаслідок застосування методу;

3) формальна модель перетворення, що ґрунтується на встановленні відповідностей між елементами двох попередніх формальних моделей.

Модель онтологічного дескриптора структуризації можна представити у вигляді структури (8).

$$O_d = \langle X_d, R_d, A_d(A_{in}, A_{out}, A_{aux}) \rangle, \quad (8)$$

де  $X_d$  — об'єкти онтології-дескриптора, що являють собою наявні у вхідному масиві документів закономірності;  $R_d$  — зв'язки онтології-дескриптора, що відображають характер відношень між закономірностями,  $A_d$  — атрибути об'єктів онтології-дескриптора;  $A_{in}$  — підмножина атрибутів, що задає способи нормалізації і перетворення наявних у вхідному документі елементів;  $A_{out}$  — підмножина атрибутів, що задає способи формування елементів (об'єктів, зв'язків та атрибутів) результуючої онтології,  $A_{aux}$  — підмножина допоміжних атрибутів, що задають способи виконання інших, специфічних у межах конкретної задачі, перетворень (таких як валідація отриманих об'єктів).

Закономірності, що описуються об'єктами онтологічного дескриптора, можуть включати

в себе певні класи схожих за структурою файлів, спільні елементи різних файлів (заголовки, таблиці тощо) та інші — залежно від структури ПГ і вхідного масиву.

Головною операцією при використанні онтологерованої рекурсивної редукції є інтерпретація онтологічного дескриптора (9). Використання ієрархічної структури онтології замість лінійної структури множини правил має суттєву перевагу, оскільки дає можливість розбивати правила на групи і вибирати потрібні в той чи інший момент групи, формуючи базу правил динамічно тільки на їх основі. Це сприяє суттєвому підвищенню швидкодії методу і, що більш важливо, уникненню великої кількості конфліктів між правилами.

$$O_d \xrightarrow{C(R_d, K_d)} \tilde{O}_d \rightarrow D, \quad (9)$$

де  $O_d$  — онтологічний дескриптор структуризації;  $R_d$  — множина зв'язків між об'єктами  $O_d$ ;  $K_d$  — контекст обробки;  $C(R_d, K_d)$  — функція вибору;  $\tilde{O}_d \subseteq O_d$  — множина релевантних на момент обробки закономірностей;  $D$  — поточна база правил у форматі (5).

Структура (8) передбачає три різних групи атрибутів, що зазвичай задають три різні за структурою перетворення. Ці перетворення, як правило, повинні застосовуватися послідовно — у вигляді (10).

$$T_{sn} \xrightarrow{D_{in}} P \xrightarrow{D_{aux}} P' \xrightarrow{D_{out}} O, \quad (10)$$

де  $T_{sn}$  — первинна структура тексту;  $D_{in}, D_{aux}, D_{out}$  — бази правил, побудовані на основі множин атрибутів  $A_{in}, A_{aux}, A_{out}$ ;  $P, P'$  — проміжні структури даних;  $O$  — результуюча онтологія.

Функція вибору  $C(R_d, K_d)$ , визначена на множині об'єктів онтології-дескриптора, працює з урахуванням контексту обробки (11). Контекст містить поточний документ, що обробляється, певну послідовність вже оброблених елементів первинної структури цього тексту і певну послідовність елементів онтології-дескриптора, що вже були застосовані тим чи іншим чином.

$$K_d = \langle T, \{x_1, x_2, \dots, x_n\} \{l_1, l_2, \dots, l_m\} \rangle, \quad (11)$$

де  $K_d$  — контекст обробки,  $T$  — поточний текст, що обробляється;  $x_i \in X_d$  — послідовність релевантних на момент обробки закономірностей;  $l_i \in T_{sn}$  — множина релевантних елементів первинної структури тексту.

**Програмна система побудови освітніх наративів.** Більшість існуючих державних програм ґрунтується на лексикографічному підході (рис. 1), тобто вони задають певний словник термінів, що відображають певні поняття — концепції, методи, явища тощо, які повинен опрацювати учень під час навчального процесу.

Подібний документ може легко бути структурований за допомогою онтологерованої рекурсивної редукції, зокрема — із застосуванням допоміжних підпрограм на базі ШІ для аналізу мовних конструкцій.

Освітній наратив такого документа (рис. 2) являє собою структуровану схему, в якій ключові терміни функціонують як об'єкти, організовані у систему. Ці терміни упорядковані за розділами, що допомагає забезпечити логічну структуру та зрозумілість наявної в онтології інформації. Кожен розділ охоплює певний сегмент знань, включаючи специфічні поняття та ідеї, які є важливими для розуміння відповідної теми курсу.

Зв'язки між термінами та розділами можуть мати різний зміст, залежно від структури документа. В найпростішому випадку вони являють собою зв'язки «частина — ціле» і просто вказують, що певне поняття відноситься до певного розділу. В більш складних випадках, як показано на рисунку, зв'язки можуть містити додаткову інформацію — наприклад, конкретне завдання учня в контексті відповідного поняття («знати», «вміти», «оперувати термінами» тощо).

Приклад позашкільної програми, що може порівнюватись із загальноосвітньою, наведено на рис. 3. Подібні програми здебільшого мають вузьку направленість і можуть ефективно порівнюватись з фрагментами загальноосвітніх програм. Наприклад, наведено на рисунку програма стосується генетики і може бути порівняна з певними розділами загальноосвітньої програми.

Наступним кроком є встановлення відповідності між елементами двох онтологій:

- пряма відповідність має місце між елементами різних онтологій, що відображають одне і те саме поняття. Така відповідність наявна, коли в різних онтологіях зустрічається один і той самий термін або терміни-синоніми;
- часткова відповідність має місце між зв'язаними поняттями, наприклад, якщо одне поняття задає клас понять, до якого належить інше поняття.

Тема 4. Спадковість та мінливість (35 годин)			
Знання	Діяльність (уміння)	Ставлення	Зміст навчального матеріалу
<p><b>Оперує термінами:</b></p> <p>«алель», «амніоцентнез», «аутосоми», «віддалена гібридизація», «гемізигота», «геном», «генотип», «гетерогаметність», «гетерозигота», «гетерозиготність», «гібрид», «гібридизація», «гомогаметність», «гомозигота», «гомозиготність», «домінування», «епістаз», «закон гомологічних рядів спадкової мінливості», «закони Менделя», «закон чистоти гамет», «закон Харді-Вайнберга», «кодомінування», «кросинговер», «летальні гени», «локус», «мінливість», «модифікації».</p>	<p><b>Описує:</b></p> <p>— активні і неактивні ділянки генома, інтрони, екзони;</p> <p>— види хромосомних мутацій;</p> <p>— методи діагностики, профілактики та лікування спадкових хвороб людини.</p> <p><b>Планує:</b></p> <p>— схеми схрещування для одержання бажаного результату у нащадків.</p> <p><b>Розпізнає:</b></p> <p>— домінантні та рецесивні ознаки, зокрема у людини;</p> <p>— типи мутацій;</p> <p>— ознаки із широкою та вузькою нормою реакцій.</p> <p><b>Ілюструє:</b></p> <p>— закономірності успадкування;</p> <p>— хромосомну теорію спадковості;</p> <p>— генетичні основи визначення статі;</p> <p>— типи і загальні властивості мутацій;</p> <p>— процес видоутворення.</p>	<p><b>Усвідомлює:</b></p> <p>— молекулярні та цитологічні основи спадковості;</p> <p>— роль спадковості в еволюції організмів;</p> <p>— роль мінливості в еволюції організмів.</p> <p><b>Робить висновок:</b></p> <p>— генетична неоднорідність живих організмів — основа біологічного прогресу.</p> <p><b>Оцінює:</b></p> <p>— генетичну роль батьківських особин у визначенні ознак нащадків;</p> <p>— роль генних мутацій у розвитку спадкових хвороб.</p>	<p><b>1. Складові здоров'я людини</b></p> <p>Антропогенетика та медична генетика, евгеніка. Людина як об'єкт генетичних досліджень. Генетика особистості.</p> <p><b>2. Шляхи передачі інформації в живих системах (центральна догма).</b> Реплікація, транскрипція, трансляція. Основні ферменти, що забезпечують функціонування нуклеїнових кислот (полімерази, гелікази, топоізомерази і т. ін.).</p> <p>Сучасні уявлення про структуру гена. Некодувальні послідовності ДНК. Генетичний код та його властивості.</p> <p>Генетична система прокаріотичних (нуклеоїд, плазмід) та еукаріотичних (пласти) клітин. Геном. Регуляція активності генів.</p> <p><b>3. Генетика – наука про закономірності успадкування ознак та їх мінливість.</b></p> <p>Основні етапи розвитку генетики.</p>

Рис. 1. Фрагмент державної програми

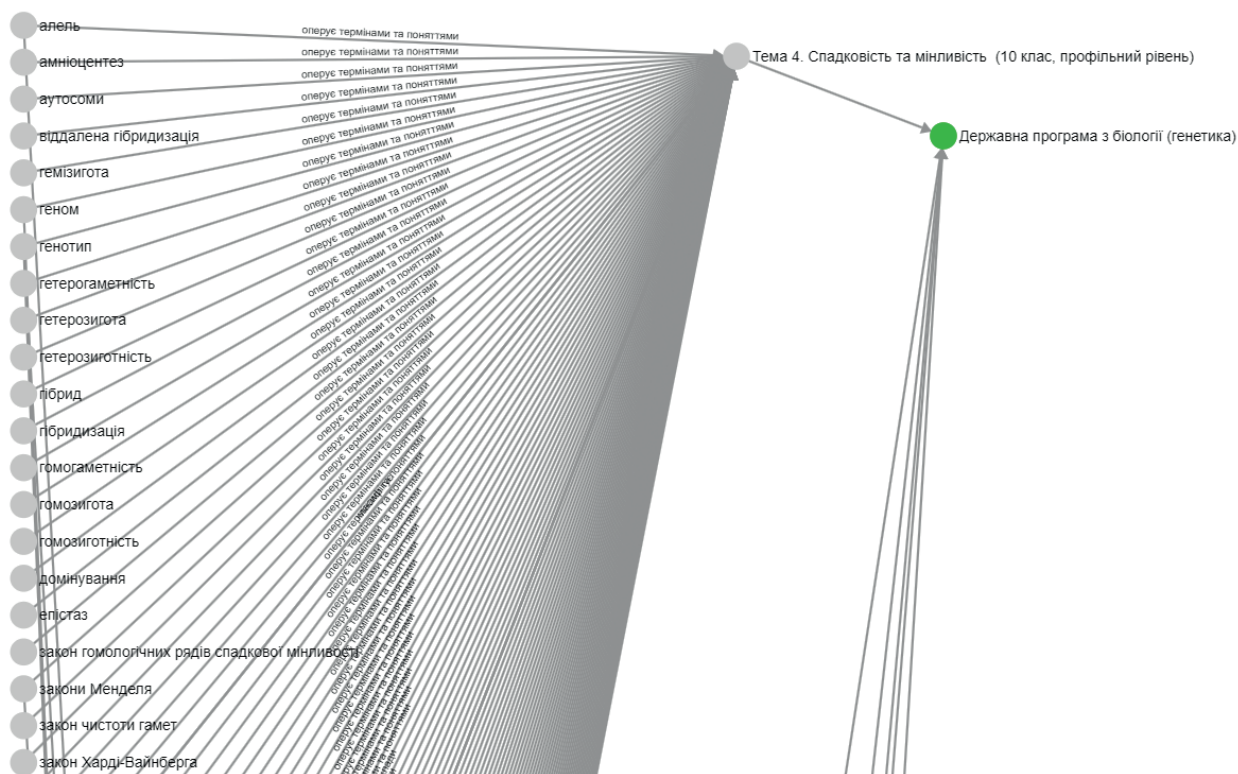


Рис. 2. Онтологічний граф державної програми (генетика)

## 2. Успадкування ознак: генотип та фенотип (2 год)

### 2.1. Передача спадкової інформації під час поділу клітин (1 год)

Хромосоми, будова хромосом. Хромосомний набір різних організмів. Поняття про гомологічні хромосоми. Алелі. Поняття про домінуючі та рецесивні алелі.

Соматичні та статеві клітини. Генетичний набір соматичних та статевих клітин.

Клітинний цикл. Реплікація ДНК в період інтерфази. Значення коректної реплікації для життєдіяльності клітини, виправлення помилок. Мітоз. Стадії поділу: профаза, метафаза, анафаза, телофаза. Цитокінез. Значення мітозу. Мейоз – спосіб утворення статевих клітин. Стадії мейозу. Кросинговер. Значення мейозу для забезпечення різноманіття генетичної інформації. Імовірнісний розподіл генетичного матеріалу при успадкуванні.

Досліди Г. Менделя. Домінуючі та рецесивні ознаки. Фенотип та генотип.

*Рис. 3. Приклад позашкільної програми (генетика)*

Встановлення таких відповідностей є складним завданням, яке може бути вирішене за допомогою сучасних систем ШІ. Застосування альтернативних підходів, як правило, є неефективним через велику варіативність мовних конструкцій та семантичних нюансів. ШІ здатен аналізувати та інтерпретувати мовні структури на значно глибшому рівні, враховуючи контекст, синонімічні зв'язки та інші особливості мови, що робить його ідеальним інструментом для автоматизації процесу ідентифікації відповідностей між елементами різних онтологій.

Встановлені таким чином відповідності можуть бути додані до онтології освітнього нарративу і візуалізовані за допомогою засобів КІТ «ПОЛІЕДР». Стандартний компонент для такого відображення відтворює дві онтології поряд — головну онтологію справа, а набір додаткових — зліва (рис. 4).

Завдяки засобам КІТ можна виконувати аналіз утвореної таким чином структури за допомогою перегляду взаємозв'язків між потрібними користувачу елементами. Це надає користувачеві можливість проводити детальне, всебічне вивчення структури, досліджувати наявні в ній взаємозв'язки і як результат — оцінювати рівень відповідності навчальних курсів або їхніх складових (рис. 5).

**Висновки.** Запропонований механізм дає змогу автоматизовано створювати онтології освітніх нарративів, що надалі можуть служити основою для інформаційно-аналітичної підтримки діяльності працівників позашкільних навчальних закладів.

За допомогою онтологій освітніх нарративів можна відображати взаємозв'язки між різними курсами — як загальноосвітніми, так і позашкільними. Ця можливість є особливо цінною, оскільки вона надає викладачам інструмент для глибокого аналізу та розуміння знань, якими володіють їхні учні. Завдяки цьому педагоги можуть не тільки виявляти прогалини в освітньому процесі, а й ефективно планувати та адаптувати позашкільні курси з урахуванням індивідуальних потреб та інтересів кожного учня. Такий підхід сприяє створенню більш персоналізованого та відповідального освітнього середовища, де кожен учень може розвиватися з максимальною ефективністю. Використання онтологій освітніх нарративів відкриває нові перспективи для розвитку освітніх програм і методик, надаючи працівникам освіти потужний інструмент для аналізу, порівняння та оптимізації навчального процесу.

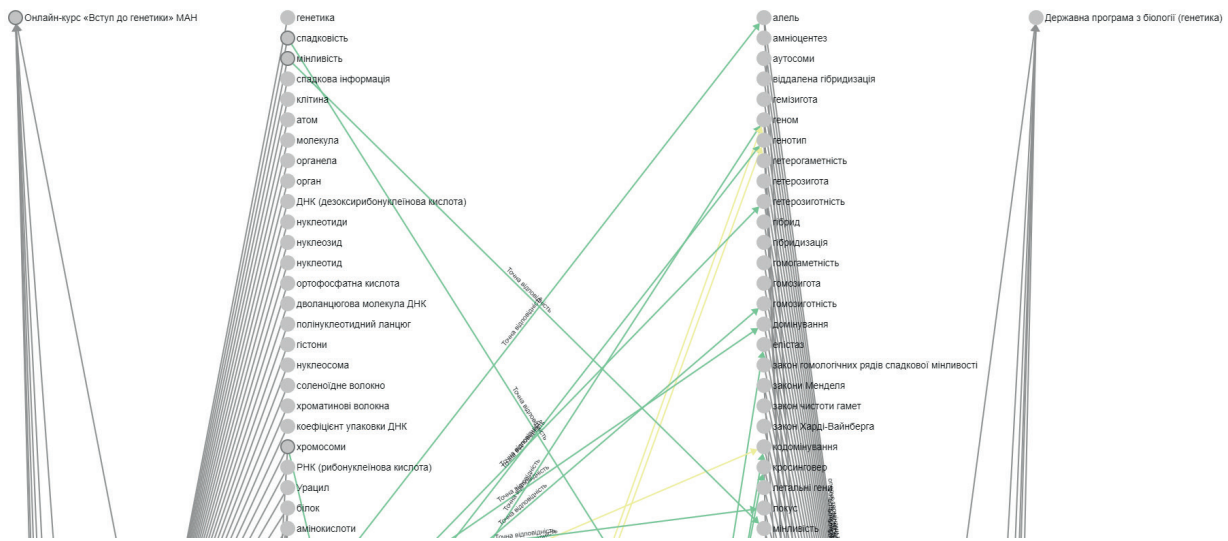


Рис. 4. Встановлення відповідностей між елементами освітніх наративів

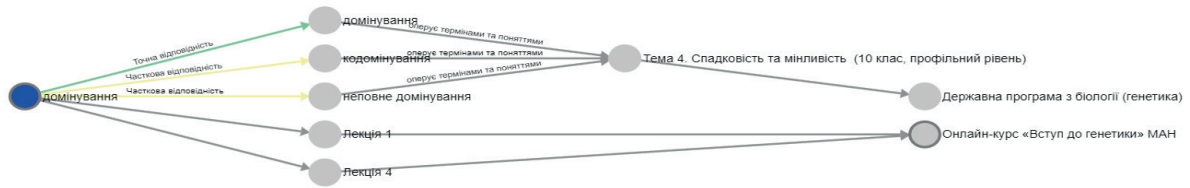


Рис. 5. Приклад позашкільної програми (генетика)

**Список використаних джерел**

1. Про позашкільну освіту : Закон України від 22.06.2000 р. № 1841-III. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1841-14#Text> (дата звернення: 29.03.2024).
2. Agrawal S. Is There a Need of Harmonization of Postgraduate Dermatology Curriculum in Nepal? *Nepal Journal of Dermatology, Venereology & Leprology*. 2016. Issue 14. № 1. Pp. 2–4. DOI: <https://doi.org/10.3126/njdv.v14i1.15806>.
3. Grdzeldze I., Alavidze N. «Harmonizing Quality Assurance Strategies in Georgia with Standards For Quality Assurance in the European Higher Education Area (ENQA)» — Dissemination strategy in the framework of TEMPUS project. *10th International Technology, Education and Development Conference*. Valencia, Spain, 2016. Pp. 898–901. DOI: <https://doi.org/10.21125/inted.2016.1204>.
4. Ndaipa C. J., Edström K., Langa P., Geschwind L. Internationalisation of the curriculum in higher education: A case from a Mozambican university. *Cogent Education*. 2023. Issue 10. № 1. DOI: <https://doi.org/10.1080/2331186X.2023.2188773>.
5. Galambos C., Greene R. R. A Competency Approach to Curriculum Building. *Journal of Gerontological Social Work*. 2006. Issue 48. №№ 1–2. Pp. 111–126. DOI: [https://doi.org/10.1300/J083v48n01\\_08](https://doi.org/10.1300/J083v48n01_08).
6. Nieveen N., Kuiper W. Integral Curriculum Review in the Netherlands: In Need of Dovetail Joints. *Curriculum Making in Europe: Policy and Practice within and Across Diverse Contexts*. 2021. Pp. 125–150. DOI: <https://doi.org/10.1108/978-1-83867-735-020211007>.
7. Harmonization of the Education Curriculum at Pesantren Al Falah Gorontalo: An Educational Philosophy Study / Cathrin S. et al. *KnE Social Sciences*. 2021. Pp. 436–450. DOI: <https://doi.org/10.18502/kss.v6i2.10007>.
8. Milenkovic S., Mijailovic G., Nikolic M. The Harmonization and Modernization of the Curriculum for Teacher Training in Serbia Through Tempus Teach Project. *10th International Technology, Education*

and Development Conference. Valencia, Spain, 2016. Pp. 3760–3767.

DOI: <https://doi.org/10.21125/inted.2016.1900>.

9. Compton R. Discovering the promise of curriculum integration: The national curriculum integration project. *Conflict Resolution Quarterly*. 2002. Issue 19. № 4. Pp. 447–464.

DOI: <https://doi.org/10.1002/crq.3890190405>.

10. Prykhodniuk V. V., Horborukov V. V. Recursive reduction method as a component of linguistic support of information-analytical systems. *Academic Studies. Series «Humanities»*. 2022. № 2. Pp. 98–103.

DOI: <https://doi.org/10.52726/as.humanities/2022.2.14>.

## References

1. Zakon Ukrainy Pro pozashkilnu osvitu : pryiniaty 22 Chervn. 2000 roku № 1841-III [Law of Ukraine on extracurricular education from June 22 2000, № 1841-III]. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1841-14#Text> [in Ukrainian].

2. Agrawal, S. (2016). Is There a Need of Harmonization of Postgraduate Dermatology Curriculum in Nepal? *Nepal Journal of Dermatology, Venereology & Leprology*, 14, 1, 2–4.

DOI: <https://doi.org/10.3126/njdvl.v14i1.15806>.

3. Grzelidze, I., & Alavidze, N. (2016). “Harmonizing Quality Assurance Strategies in Georgia with Standards for Quality Assurance in the European Higher Education Area (ENQA)” — Dissemination strategy in the framework of tempus project. *10th International Technology, Education and Development Conference*. (pp. 898–901). Valencia, Spain.

DOI: <https://doi.org/10.21125/inted.2016.1204>.

4. Ndaipa, C. J., Edström, K., Langa, P., & Geschwind, L. (2023). Internationalisation of the curriculum

in higher education: A case from a Mozambican university. *Cogent Education*, 10, 1.

DOI: <https://doi.org/10.1080/2331186X.2023.2188773>.

5. Galambos, C., & Greene, R. R. (2006). A Competency Approach to Curriculum Building. *Journal of Gerontological Social Work*, 48, 1–2, 111–126.

DOI: [https://doi.org/10.1300/J083v48n01\\_08](https://doi.org/10.1300/J083v48n01_08).

6. Nieveen, N., & Kuiper, W. (2021). Integral Curriculum Review in the Netherlands: In Need of Dovetail Joints. *Curriculum Making in Europe: Policy and Practice within and Across Diverse Contexts*, 125–150.

DOI: <https://doi.org/10.1108/978-1-83867-735-020211007>.

7. Cathrin, S., Wikandaru, R., Listiana, I., Ratnasari, D., Warsidah, W., Widyoningsih, W. et al. (2021). Harmonization of the Education Curriculum at Pesantren Al Falah Gorontalo: An Educational Philosophy Study. *KnE Social Sciences*, 436–450.

DOI: <https://doi.org/10.18502/kss.v6i2.10007>.

8. Milenkovic, S., Mijailovic, G., & Nikolic, M. (2016). The Harmonization and Modernization of the Curriculum for Teacher Training in Serbia Through Tempus Teach Project. *10th International Technology, Education and Development Conference*. (pp. 3760–3767). Valencia, Spain.

DOI: <https://doi.org/10.21125/inted.2016.1900>.

9. Compton, R. (2002). Discovering the promise of curriculum integration: The national curriculum integration project. *Conflict Resolution Quarterly*, 19, 4, 447–464.

DOI: <https://doi.org/10.1002/crq.3890190405>.

10. Prykhodniuk, V. V., & Horborukov, V. V. (2022). Recursive reduction method as a component of linguistic support of information-analytical systems. *Academic Studies. Series “Humanities”*, 2, 98–103.

DOI: <https://doi.org/10.52726/as.humanities/2022.2.14>.

V. V. Prykhodniuk,

V. V. Gorborkov,

M. I. Dovha

## AUTOMATED CONSTRUCTION OF EDUCATIONAL NARRATIVES AS A MEANS OF INFORMATIONAL AND ANALYTICAL SUPPORT OF EXTRACURRICULAR EDUCATION

**Abstract.** *Extracurricular education plays an important social role in society and helps the younger generation to discover and develop their individual interests and talents, which provides a unique opportunity to acquire vital knowledge and skills. However, in order to achieve a more positive effect, extracurricular education should be integrated with academic disciplines of general education institutions, which are based on state educational standards. This allows students not only to better assimilate the information received at school, to enrich and deepen their knowledge, but also to apply it in real life. Thus, teachers of extracurricular educational institutions are required not only to possess knowledge specific to their field, but also to have a deep understanding of relevant state educational programs to create comprehensive and balanced educational courses. Therefore, in order to increase the efficiency of their work, it is advisable to use information and analytical support using modern technological solutions, in particular, cognitive information technology “POLYEDR”. This technology allows to automate the process*



of processing and analyzing large amounts of information, in particular, educational programs and materials. Cognitive services deployed on the basis of this technology allow creating ontologies of educational narratives, which are offered as the basis of such information and analytical support. Such ontologies allow structuring and systematizing knowledge in an educational context. They identify key concepts and categories used in curricula and make connections between them, helping to create more organized and coherent learning materials that are better understood by students. It also allows you to identify and visualize the relationships between different educational courses and subjects, which is especially important for the development of integrated educational programs. The use of ontologies of educational narratives can significantly increase the personalization of learning, as they allow educators to adapt extracurricular courses to the individual needs and preferences of students. By knowing how knowledge is related to each other and how they influence each other, teachers can more effectively tailor lessons to the abilities and interests of their students.

**Keywords:** educational narrative, ontology, cognitive services.

#### ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРІВ

**Приходнюк Віталій Валерійович** — канд. техн. наук, завідувач відділу створення та використання інтелектуальних мережних інструментів, НЦ «Мала академія наук України», м. Київ, Україна, tangens91@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2108-7091>

**Горборуків Вячеслав Вікторович** — канд. техн. наук, науковий співробітник відділу створення та використання інтелектуальних мережних інструментів, НЦ «Мала академія наук України», м. Київ, Україна, slavon07@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2758-7724>

**Довга Марія Ігорівна** — канд. пед. наук, наукова співробітниця відділу створення та використання інтелектуальних мережних інструментів, НЦ «Мала академія наук України», м. Київ, Україна, dmacha517@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7440-8293>

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Prykhodniuk V. V.** — PhD in Engineering, Department Head of Department of creating and using intelligent networking tools, the NC “Junior Academy of Sciences of Ukraine”, Kyiv, Ukraine, tangens91@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2108-7091>

**Gorborukov V. V.** — PhD in Engineering, Researcher of Department of creating and using intelligent networking tools, the NC “Junior Academy of Sciences of Ukraine”, Kyiv, Ukraine, slavon07@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2758-7724>

**Dovha M. I.** — PhD in Pedagogy, Researcher of Department of creating and using intelligent networking tools, the NC “Junior Academy of Sciences of Ukraine”, Kyiv, Ukraine, dmacha517@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7440-8293>

Стаття надійшла до редакції / Received 12.04.2024

А. І. Атамась,  
І. С. Чернецький,  
В. В. Василенко

## РАДІОАСТРОНОМІЧНИЙ АПАРАТНИЙ КОМПЛЕКС МОНІТОРИНГУ МЕТЕОРІВ ДЛЯ STEM-ЦЕНТРУ МАЛОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ

**Анотація.** Обґрунтовано перспективність розвитку напрямку радіоастрономії для віртуального STEM-центру Малої академії наук України. Цей напрям відповідає сучасній концепції STEM, оскільки має яскраво виражені трансдисциплінарні зв'язки з природничими науками, інжинірингом, технологіями та математикою. Для повноцінного існування та розвитку напрямку радіоастрономії у STEM-освіті необхідна потужна практична частина, реалізація якої передбачає наявність певного обладнання. Одним із напрямів радіоастрономії, що не потребує складного та дорогого обладнання, є спостереження метеорних явищ із використанням прямого розсіювання на іонізованих слідах метеорів сигналів загоризонтних FM-станцій радіомовлення в діапазоні 87,5 ...108 МГц. Розроблено, створено та випробувано радіоастрономічний апаратний комплекс моніторингу метеорів, що складається з приймальної спрямованої антени, радіочастотного підсилювача з регульованим інжектором живлення, SDR-приймача RTL2832U + R820T2 та комп'ютера з необхідним програмним забезпеченням. Під час випробувань комплексу було зареєстровано декілька метеорних явищ синхронно з їх візуальними спостереженнями, що свідчить про його коректне функціонування. Створений радіоастрономічний комплекс сприяє розширенню можливостей навчальних астрономічних спостережень, роблячи їх доступними в будь-який час доби. Використання SDR-технології дає змогу працювати з комплексом віддалено. Практичні заняття з апаратним комплексом допомагають розвитку низки компетенцій, пов'язаних із природничими науками, технікою радіоприйому, роботою з програмним забезпеченням, підбором та налаштуванням обладнання, математичним моделюванням та обробкою результатів експериментів. Радіокомплекси, засновані на SDR-технологіях, можливо створювати і використовувати також для інших спостережень, наприклад дослідження радіовипромінювання Юпітера, дослідження проходження радіохвиль залежно від стану іоносфери та сонячної активності, спостереження штучних супутників Землі, що може бути покладено в основу подальшого розвитку напрямку радіоастрономії у STEM-освіті.

**Ключові слова:** радіоастрономія, STEM, метеори, метод прямого розсіювання, антена, SDR-технології.

**Постановка проблеми.** Астрономія є однією з найдавніших наук. Відтоді, як на Землі з'явилися перші люди, і до сьогодні їх цікавить те, що відбувається за межами нашої планети. У середніх навчальних закладах курс астрономії завершує фізичну освіту, формуючи в учнів наукові уявлення про будову та розвиток Всесвіту та повну фізичну картину світу. Завданням

учителя під час викладання астрономії, як і під час викладання інших наук, є зацікавлення учнів предметом. На думку авторів робіт [1; 2], збільшити рівень зацікавленості у вивченні астрономії можливо шляхом застосування елементів STEM-освіти, або STEM-проектів. Автори пропонують виконувати учням такі практичні завдання, як побудова просторової карти сузір'я, та використовувати під час занять наочні моделі різних об'єктів.

© Атамась А. І., Чернецький І. С., Василенко В. В.

Цікаві STEM-проекти з астрономії представлені на ресурсах [3; 4]. На ресурсі [3] STEM-проекти з астрономії розподілені за напрямками: небесна механіка, астрофізика, космологія, космохімія та космобіологія. Досить велика кількість проектів на ресурсах [3; 4] не потребує для їх реалізації складного наукового обладнання та може виконуватися самостійно.

Цікавим напрямом астрономії є радіоастрономія, що займається вивченням космічних об'єктів шляхом дослідження їхнього електромагнітного випромінювання в діапазоні радіохвиль. Цей напрям не лише охоплює питання астрономії, а й має зв'язок з теорією електромагнітних хвиль, принципами радіозв'язку, теорією антен тощо. Отож розвиток напрямку радіоастрономії у STEM-освіті є актуальним. Розглянемо напрям радіоастрономії в площині концепції STEM-освіти (рис. 1).

Радіоастрономія безпосередньо стосується астрономії та фізики. Практичні заняття з радіоастрономії сприяють розвитку компетенцій, пов'язаних з технікою радіоприйому, роботою зі спеціалізованим програмним забезпеченням, математичною обробкою результатів спостережень. Також напрям радіоастрономії може передбачати роботи з проектування та навіть

створення різноманітних засобів спостережень або їх окремих елементів. Такі роботи розвивають компетенції, пов'язані з теорією антенно-фідерних пристроїв, розрахунком та моделюванням антен, підбором обладнання та математичним моделюванням фізичних процесів.

Отже, напрям радіоастрономії відповідає сучасній концепції STEM, оскільки має яскраво виражені трансдисциплінарні зв'язки з природничими науками, інжинірингом, технологіями та математикою.

Для повноцінного існування й розвитку напрямку радіоастрономії у STEM-освіті необхідна потужна практична частина, реалізація якої, у свою чергу, передбачає наявність певного обладнання.

Одним із напрямів радіоастрономії, який не потребує складного та дорогого обладнання, є спостереження метеорних явищ з використанням прямого розсіяння на іонізованих слідах метеорів сигналів загоризонтних FM-станцій радіомовлення в діапазоні 87,5 ... 108 МГц [5].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Метод спостереження метеорних явищ з використанням сигналів загоризонтних радіостанцій полягає в наступному. Метеори під час згоряння,

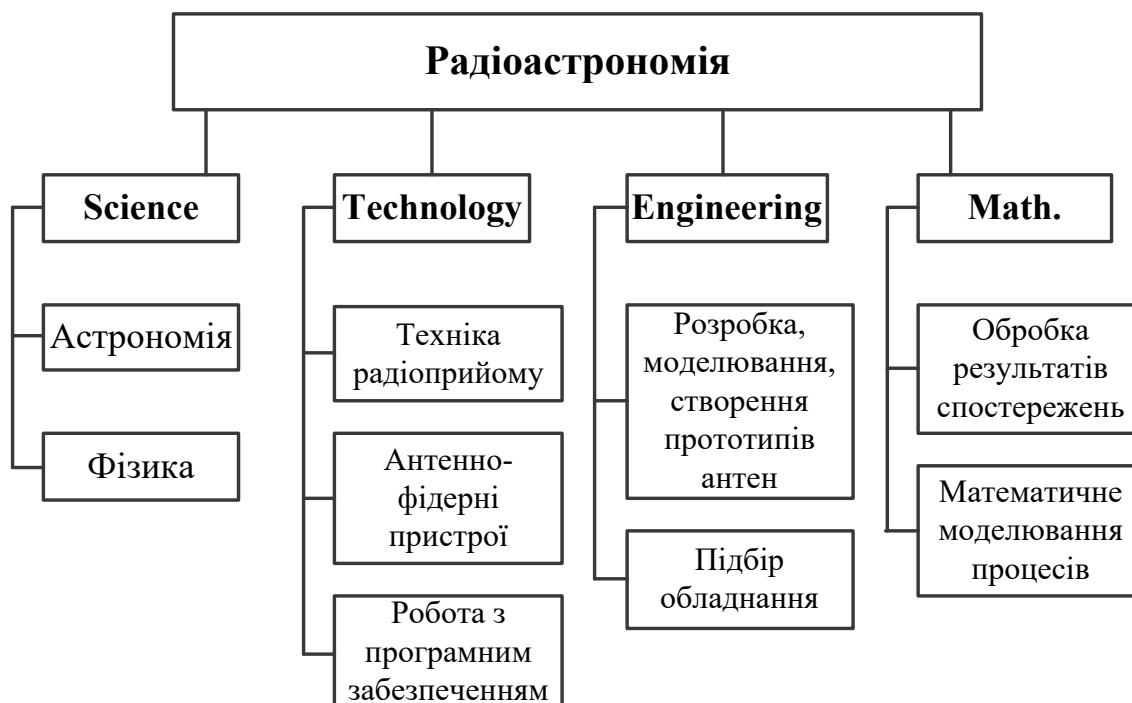


Рис. 1. Напрямок радіоастрономії у площині концепції STEM

що відбувається на висоті 80...110 км, утворюють слід з іонізованого повітря, який може відбивати електромагнітні хвилі. Якщо радіостанція, що працює в діапазоні коротких (КХ) або ультракоротких хвиль (УКХ), знаходиться нижче горизонту, то сигнал від неї за нормальних умов прийняти практично неможливо, оскільки антена приймача знаходиться у зоні радіомовчання. Коли між антенами радіостанції та приймача пролітає метеор, радіосигнал відбивається від його сліду і може бути прийнятий радіоприймачем, налаштованим на частоту радіостанції (рис. 2). При цьому в динаміку радіоприймача можна почути фрагмент музично-мовленнєвого повідомлення.

Описаний метод дає можливість реєструвати метеори як уночі, так і вдень. Крім того, такий метод має досить високу чутливість і дає змогу реєструвати навіть мікрометеори, які неможливо зареєструвати візуально вночі [5].

Для реалізації спостережень необхідно, щоб відстань між передавачем та приймачем була в межах 500...2000 км, а потужність передавача — не менше ніж 30 кВт [6]. Частота передавача і, відповідно, приймача має знаходитися в межах 30...150 МГц [7]. Залежно від завдань, умов та можливостей під час радіомоніторингу

метеорів можуть застосовуватися різні антени — від одиничного диполя [5] до восьми-елементної антени типу «хвильовий канал» [8]. Антени можуть мати різну поляризацію. В роботі [9] запропонована трьохелементна спрямована антена вертикальної поляризації. Антена складається з трьох елементів довжиною близько  $\frac{3}{4}$  довжини хвилі, а її конструкція є компактною та такою, що дає змогу її швидко розгортати на місці спостережень. Крім того, антена добре узгоджується зі стандартними фідерами хвильовим опором як 50, так і 75 Ом та не потребує симетризації. У роботі [10] запропоновано використання перехресної дипольної антени, яка складається з двох елементів, розташованих перпендикулярно. Це дає змогу отримувати одночасно два сигнали і компенсувати фоновий радіошум. Недоліком такої антени є низький рівень власного підсилення. Аналіз інформаційних джерел показує, що найбільш поширеним типом антен для радіомоніторингу метеорів є антени типу «хвильовий канал» горизонтальної поляризації з кількістю елементів від 3 до 8 [5; 6; 7; 8; 11; 12]. Для реєстрації та запису сигналів можуть використовуватися як звичайні УКХ-радіоприймачі [5; 7; 13], так і SDR-приймачі [5; 8; 10; 11]. Система Software-defined radio (SDR)

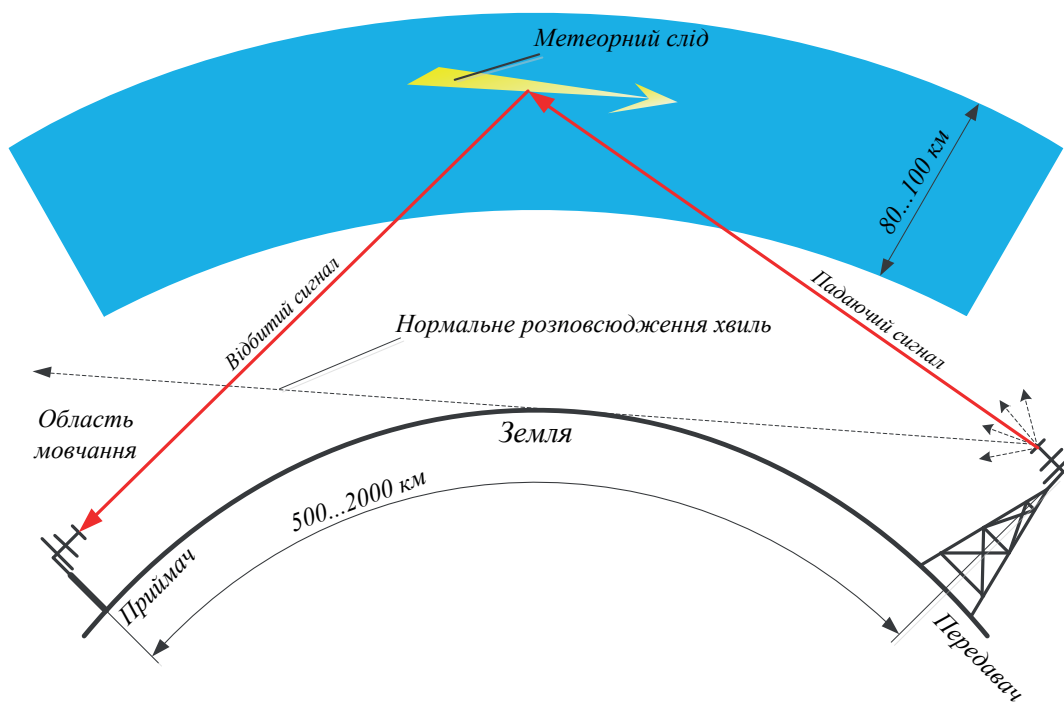


Рис. 2. Принцип радіомоніторингу метеорних явищ

використовує технологію, що дає можливість за допомогою програмного забезпечення встановлювати та змінювати радіочастотні параметри, зокрема діапазон частот і тип модуляції. Вона дає змогу безперервно реєструвати та записувати радіочастотний спектр в окресленому діапазоні, а також реєструвати та розшифровувати сигнали Radio Data System (RDS) радіостанцій, що уможливорює ідентифікацію джерела радіосигналу. Звичайні УКХ-приймачі є значно менш точними та інформативними у порівнянні з SDR-приймачами. Крім того, SDR-приймачі останнім часом стають все більш доступними як за наявністю, так і за вартістю, а програмне забезпечення для роботи з ними — безкоштовне та вільно розповсюджене.

**Метою роботи** є розробка та випробування радіоастрономічного апаратного комплексу для спостереження метеорних явищ з використанням прямого розсіяння на іонізованих слідах метеорів сигналів загоризонтних FM-станцій радіомовлення.

**Виклад основного матеріалу.** На підставі аналізу літературних джерел для створюваного

апаратного комплексу було обрано п'ятиелементну антену типу «хвильовий канал». Попередній розрахунок розмірів та розміщення елементів здійснювалися вручну, а подальша оптимізація — у моделюючому комп'ютерному середовищі MMANA-GAL. Основним критерієм під час оптимізації був мінімальний коефіцієнт стоячої хвилі (КСХ) у всьому FM-діапазоні (87,5...108 МГц).

На рис. 3 зображено креслення антени з розмірами, а на рис. 4 — модель антени у програмі MMANA-GAL з епюрами радіочастотних струмів.

Горизонтальне розміщення активного вібратора покращує спрямованість антени, а також, разом з близьким розміщенням першого директора до нього, — розширює частотний діапазон.

На рис. 5 представлений графік залежності КСХ від частоти.

З графіка на рис. 5 видно, що в більшій частині FM-діапазону КСХ антени знаходиться в межах 1,5 та не перевищує 1,75 у всьому діапазоні.

Коефіцієнт підсилення антени при висоті 11 м над землею знаходиться в межах

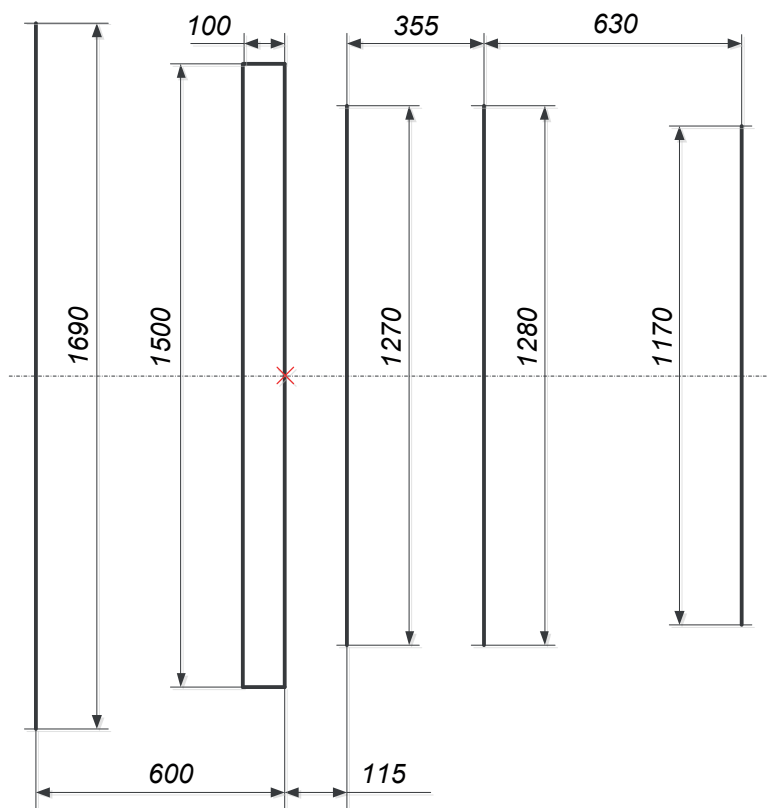


Рис. 3. Креслення антени

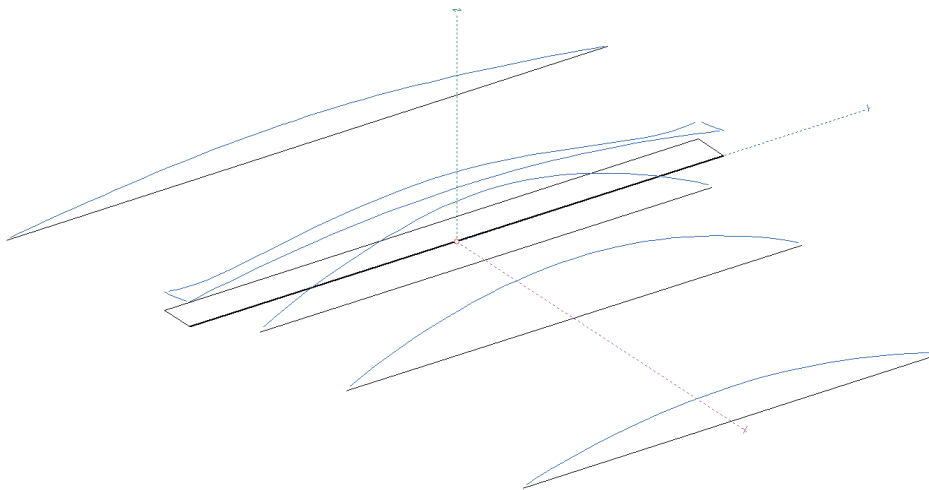


Рис. 4. Модель антени у середовищі MMANA-GAL

13...15 dBi, а співвідношення фронтального випромінювання до тилового (F/B) — в межах 13,8...15,7 dB.

На рис. 6 представлена загальна схема комплексу.

1 — антена; 2 — корпус узгоджувального пристрою або підсилювача;

3 — інжектор живлення; 4 — блок живлення; 5 — SDR-приймач; 6 — ПК.

Для узгодження антени зі стандартним коаксіальним кабелем з хвильовим опором 75 Ом може використовуватися стандартна узгоджувальна плата з широкосмуговим трансформатором типу SWA-69. У разі необхідності підсилення сигналу замість узгоджувальної плати до корпусу встановлюється підсилювач SWA-6000, живлення на який подається від SDR-приймача або від окремого інжектора з регульованим блоком живлення.

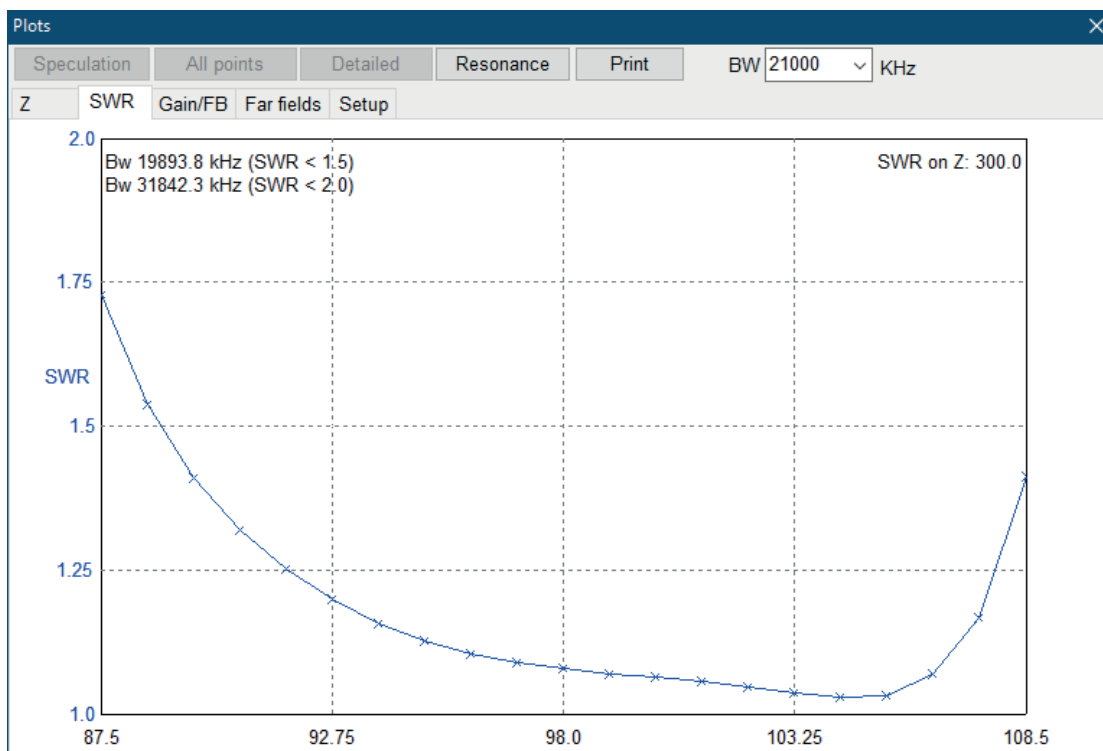


Рис. 5. Графік залежності КСХ антени від частоти

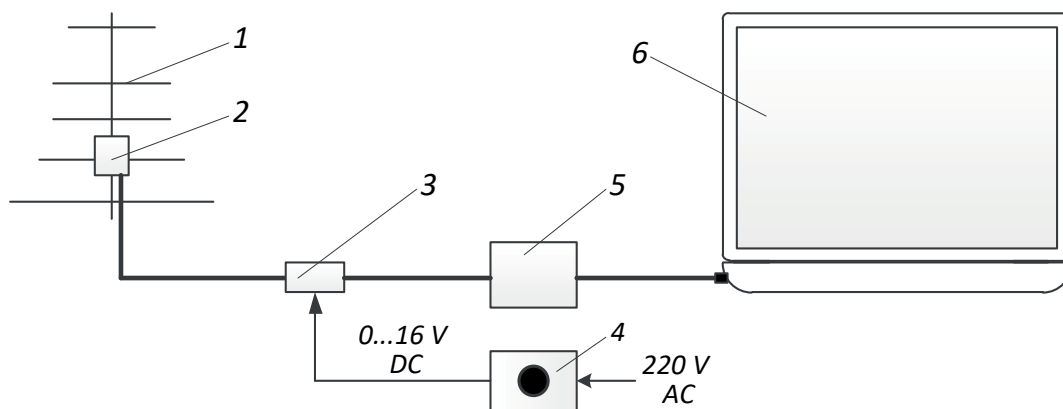


Рис. 6. Загальна схема радіоастрономічного комплексу

Для реєстрації сигналу з антени було обрано SDR-приймач RTL2832U + R820T2. На етапі випробувань комплексу для роботи з SDR-приймачем використовувалася програма SDRSharp.

Випробування комплексу проводилися в м. Світловодську Кіровоградської області 26 та 27 серпня 2023 р. Перед випробуваннями за допомогою ресурсу [14] були обрані три загоризонтні FM-радіостанції, дві в Польщі та одна в Туреччині (табл. 1).

У перший день випробувань антена спрямовувалася в напрямку Світловодськ — Кельце — Вроцлав, у другий день — в напрямку Світловодськ — Карс. На рис. 7 представлені приклади реєстрації метеорних явищ у вигляді фрагментів вікна програми SDRSharp.

Під час роботи в напрямку Світловодськ — Кельце — Вроцлав неодноразово реєструвалися метеорні явища на частотах 88,2 та 88,9 МГц одночасно. Робота в напрямку Світловодськ — Карс відбувалася здебільшого в темний час доби, і на частоті 89,5 МГц було зареєстровано декілька метеорних явищ синхронно з їх візуальними спостереженнями, що свідчить про коректне функціонування створеного радіометеорологічного комплексу.

Подібні апаратні комплекси, основним елементом яких є SDR-приймач, можуть створюватися і використовуватися також для інших напрямів радіоастрономії, наприклад дослідження радіовипромінювання Юпітера, дослідження проходження радіохвиль залежно від стану іоносфери та сонячної активності, спостереження штучних супутників Землі тощо. Оскільки SDR-приймач керується від ПК, з'являється можливість створення віддалених точок спостережень, доступ до яких учні можуть отримувати дистанційно. Дистанційний доступ може здійснюватися як за допомогою програм загального користування, таких як AnyDesk або TeamViewer, так і за допомогою програми SDRSharp, яка дає змогу створювати віддалені SDR-сервери.

Радіоастрономічний апаратний комплекс та подібні до нього комплекси, які можуть розроблятися та створюватися для інших напрямів радіоастрономії, мають значний дидактичний потенціал та можуть забезпечити потужну практичну частину для існування й розвитку напряму радіоастрономії у віртуальному STEM-центрі Малої академії наук України.

Таблиця 1

#### Дані віддалених радіостанцій

№	Країна	Місто	Частота, МГц	Потужність передавача, кВт	Відстань до точки спостережень, км
1	Польща	Кельце	88,2	120	925
2	Польща	Вроцлав	88,9	120	1180
3	Туреччина	Карс	89,5	72	1215

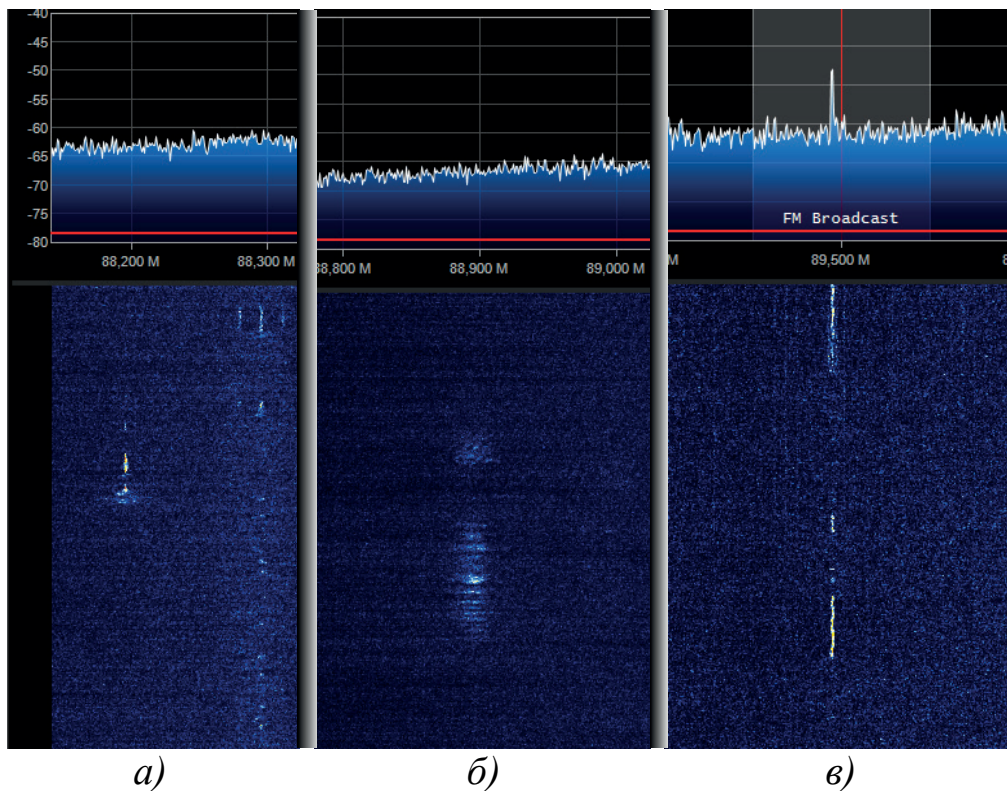


Рис. 7. Приклади зареєстрованих метеорних явищ на частотах:  
а) 88,2 МГц; б) 88,9 МГц; в) 89,5 МГц

**Висновки.** Напрямок радіоастрономії відповідає сучасній концепції STEM та є перспективним для віртуального STEM-центру Малої академії наук України, оскільки виявляє яскраво виражені зв'язки з природничими науками, інжинірингом, технологіями та математикою. Розроблений та успішно випробуваний радіоастрономічний апаратний комплекс моніторингу метеорів має значний дидактичний потенціал, адже дає змогу розширити можливості астрономічних спостережень, роблячи їх доступними в будь-який час доби з віддаленого робочого місця. Практичні заняття з апаратним комплексом сприяють розвитку низки компетенцій, пов'язаних із природничими науками, технікою радіоприйому, роботою з програмним забезпеченням, підбором та налаштуванням обладнання, математичним моделюванням та обробкою результатів експериментів. Радіокомплекси, засновані на SDR-технологіях, можливо створювати і використовувати також для інших спостережень, що може бути покладено в основу подальшого розвитку напрямку радіоастрономії.

#### Список використаних джерел

1. Мальченко С. Л., Іванова А. І. Вивчення зоряних сузір'їв з використанням елементів STEM-освіти. *Наукові записки Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка. Серія: Педагогічні науки.* 2019. Вип. 177 (1). С. 231–237.
2. Мальченко С. Л. Використання STEM-проектів для візуалізації навчального матеріалу з астрономії. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія Педагогічна.* 2021. № 27. С. 77–81. DOI: <https://doi.org/10.32626/2307-4507.2021-27.77-81>.
3. Віртуальний STEM-центр Малої академії наук України. URL: <https://stemua.science/> (дата звернення: 22.03.2024).
4. Science Buddies. URL: <https://www.sciencebuddies.org/> (дата звернення: 22.03.2024).
5. Meteor Echo Detection With Radios. URL: <https://www.meteorecho.com/p/blog-page.html> (дата звернення: 22.03.2024).
6. Abidin Z. Z. Radio meteor detection in Malaysia. *International Journal of Fundamental Physical Sciences.* 2011. Vol. 1. № 3. Pp. 53–56. DOI: <https://doi.org/10.14331/ijfps.2011.330013>.



7. International Meteor Organization. Practical Information. URL: <https://www.imo.net/observations/methods/radio-observation/practical/> (дата звернення: 23.03.2024).
8. Становлення та розвиток української мережі радіоспостережень метеорів / Ф. І. Бушуєв та ін. *Космічна наука і технологія*. 2021. Вип. 27. № 3. С. 85–92. DOI: <https://doi.org/10.15407/knit2021.03.085>.
9. Lesanu C., Done A., Cailean A., Graur A. Vertical polarized antennas for low-VHF radio meteor detection. *14th International Conference on Development and Application Systems (DAS)*. IEEE, May, 18. Suceava, Romania, 2018. Pp. 93–98. DOI: <https://doi.org/10.1109/DAAS.2018.8396078>.
10. SDR-based radar system for meteor detection / S. Chiwate et al. *2009 16th International Conference on Digital Signal Processing*. IEEE, July 09. Santorini, Greece, 2009. Pp. 1–6. DOI: <https://doi.org/10.1109/ICDSP.2009.5201236>.
11. Грудинін Б., Відьмаченко А. Організація роботи української метеорної спостережної мережі (УМСМ) на основі використання сигналів транслювальних FM-станцій. *Фізико-математична освіта*. 2023. Вип. 38. № 1. С. 14–19. DOI: <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-1-002>.
12. Radio observations and evaluation of the meteor showers between May 4 and August 25, 2012 / K. O. Çubuk et al. *Proceedings of the International Meteor Conference*. IMO, September 20–23, 2012. La Palma, Canary Islands, Spain, 2012. Pp. 1–3.
13. Radar Meteor Detection: Concept, Data Acquisition and Online Triggering / E. Leite et al. *Wave Propagation. InTech*. 2011. С. 537–552. DOI: <https://doi.org/10.5772/14149>.
14. FMSCAN — frequencies and transmitter maps for any place. URL: <https://fmscan.org/helpen.htm> (дата звернення: 15.11.2023).
1. Malchenko, S. L., & Ivanova, A. I. (2019). Vyvchennia zoriannykh suziriv z vykorystanniam elementiv STEM-osvity [Introduction of bright students using elements of STEM education]. *Naukovi zapysky Tsentralnoukrainskoho derzhavnogo pedahohichnogo universytetu imeni Volodymyra Vynnychenka. Serii: Pedahohichni nauky — Scientific notes of the Central Ukrainian State Pedagogical University named after Vladimir Vynnychenko. Series: Pedagogical sciences*, 177 (1), 231–237 [in Ukrainian].
2. Malchenko, S. L. (2021). Vykorystannia STEM-proiektiv dlia vizualizatsii navchalnogo materialu z astronomii [Using STEM projects to visualize educational material on astronomy]. *Zbirnyk naukovykh prats Kamianets-Podilskoho natsionalnogo universytetu imeni Ivana Ohienka. Serii: Pedahohichna — Collection of scientific works of Kamianets-Podilskyi National University named after Ivan Ohienko. Series Pedagogical*, 27, 77–81. DOI: <https://doi.org/10.32626/2307-4507.2021-27.77-81> [in Ukrainian].
3. Virtualnyi STEM-tsentr Maloi akademii nauk Ukrainy [Virtual STEM-center of the Junior Academy of Sciences of Ukraine]. *stemua.science*. Retrieved from <https://stemua.science/> [in Ukrainian].
4. Science Buddies. Retrieved from <https://www.sciencebuddies.org/>.
5. Meteor Echo Detection With Radios. Retrieved from <https://www.meteorecho.com/p/blog-page.html>.
6. Abidin, Z. Z. (2011). Radio meteor detection in Malaysia. *International Journal of Fundamental Physical Sciences*, 1, 3, 53–56. DOI: <https://doi.org/10.14331/ijfps.2011.330013>.
7. International Meteor Organization. Practical Information. Retrieved from <https://www.imo.net/observations/methods/radio-observation/practical/>.
8. Bushuev, F. I., Kaliuzhnyi, M. P., Kulichenko, M. O., Shulga, O. B., Malynovskiy, Ye. V., Savchuk, S. G. et al. (2021). Stanovlennia ta rozvytok ukraïnskoi merezhi radiosposterezhen meteoriv [Formation and development of the Ukrainian network of radio observations of meteors]. *Kosmichna nauka i tekhnolohiia — Space science and technology*, 27, 3, 85–92. DOI: <https://doi.org/10.15407/knit2021.03.085> [in Ukrainian].
9. Lesanu, C., Done, A., Cailean, A., & Graur, A. (2018). Vertical polarized antennas for low-VHF radio meteor detection. *14-th International Conference on Development and Application Systems (DAS)*. IEEE, May, 18. (Pp. 93–98). Suceava, Romania. DOI: <https://doi.org/10.1109/DAAS.2018.8396078>.
10. Chiwate, S., Zhang, Z., Mernick, K., Shen, B., Vavilov, D., Bugallo, M. et al. (2009). SDR-based radar system for meteor detection. *2009 16th International Conference on Digital Signal Processing*. IEEE, July, 09. (Pp. 1–6). Santorini, Greece. DOI: <https://doi.org/10.1109/ICDSP.2009.5201236>.
11. Hrudynin, B., & Vidmachenko, A. (2023). Orhanizatsiia roboty ukraïnskoi meteornoï spostereznoi merezhi (UMSM) na osnovi vykorystannia syhnaliv transliuvalnykh FM-stantsii [Organization of the work of the Ukrainian meteor observation network (UMON) based on the use of signals from broadcast FM stations]. *Fizyko-matematychna osvita — Physical and Mathematical Education*, 38, 1, 14–19. DOI: <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-1-002> [in Ukrainian].
12. Çubuk, K. O., Terzioğlu, C., Kayıhan, H. A., Selmaoğlu, M., Bulut, S., & Özeren, F. (2012). Radio observations and

evaluation of the meteor showers between May 4 and August 25, 2012. *Proceedings of the International Meteor Conference*. IMO, September 20–23. (Pp. 1–3). La Palma, Canary Islands, Spain.

13. Leite, E., Alves, G., Seixas, J., Marroquim, F., & Takai, H. (2011). Radar Meteor Detection: Concept,

Data Acquisition and Online Triggering. *Wave Propagation. InTech*, 537–552.

DOI: <https://doi.org/10.5772/14149>.

14. FMSCAN — frequencies and transmitter maps for anyplace. Retrieved from <https://fmscan.org/helphen.htm>.

A. I. Atamas,  
I. S. Chernetskiy,  
V. V. Vasylenko

#### RADIOASTRONOMIC HARDWARE COMPLEX OF METEOR MONITORING FOR THE STEM-CENTER OF THE JUNIOR ACADEMY OF SCIENCES OF UKRAINE

**Abstract.** *The perspective of the development of radio astronomy for the virtual STEM center of the Junior Academy of Sciences of Ukraine is substantiated. This direction corresponds to the modern concept of STEM, as it has pronounced transdisciplinary connections with natural sciences, engineering, technology and mathematics. For the full-fledged existence and development of the field of radio astronomy in STEM education, a powerful practical part is necessary, which in turn requires certain equipment for its implementation. One of the areas of radio astronomy that does not require complex and expensive equipment is the observation of meteor phenomena using direct scattering on ionized meteor trails of signals from over-the-horizon FM radio broadcasting stations in the range of 87.5 ...108 MHz. A radio astronomical hardware complex for meteor monitoring, consisting of a receiving directional antenna, a radio frequency amplifier with an adjustable power injector, an SDR receiver RTL2832U + R820T2 and a computer with the necessary software, was designed, built and tested. During the tests of the complex, several meteor phenomena were registered synchronously with their visual observations, which testifies to its correct functioning. The created radio astronomy complex allows expanding the possibilities of educational astronomical observations, making them available at any time of the day. The use of SDR technology allows you to work with the complex remotely. Working with the hardware complex contributes to the development of a number of competencies related to natural sciences, radio reception technology, work with software, selection and adjustment of equipment, mathematical modeling and processing of experimental results. Radio complexes based on SDR technologies can be created and used also for other observations, for example, the study of radio radiation from Jupiter, the study of the passage of radio waves depending on the state of the ionosphere and solar activity, the observation of artificial satellites of the Earth, which can form the basis of the further development of the direction of radio astronomy in STEM education.*

**Keywords:** radio astronomy, STEM, meteors, direct scattering method, antenna, SDR technologies.

#### ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРІВ

**Атамась Артем Іванович** — канд. техн. наук, старший науковий співробітник відділу створення і використання навчально-тематичних систем знань, НЦ «Мала академія наук України», м. Київ, Україна, [art.atamas@gmail.com](mailto:art.atamas@gmail.com); ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-8709-3208>

**Чернецький Ігор Станіславович** — канд. пед. наук, завідувач відділу створення і використання навчально-тематичних систем знань, НЦ «Мала академія наук України», м. Київ, Україна, [manlabkiev@gmail.com](mailto:manlabkiev@gmail.com); ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9771-7830>

**Василенко Володимир Володимирович** — молодший науковий співробітник відділу створення і використання навчально-тематичних систем знань, НЦ «Мала академія наук України», м. Київ, Україна, [Vol\\_odya@ukr.net](mailto:Vol_odya@ukr.net); ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8864-2363>

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Atamas A. I.** — PhD in Engineering, Senior Research Fellow of the Department of creation of educational-thematic systems of knowledge, NC “Junior Academy of Sciences of Ukraine”, Kyiv, Ukraine, [art.atamas@gmail.com](mailto:art.atamas@gmail.com); ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-8709-3208>

**Chernetskiy I. S.** — PhD in Pedagogy, Head of the Department of creation of educational-thematic systems of knowledge, NC “Junior Academy of Sciences of Ukraine”, Kyiv, Ukraine, [manlabkiev@gmail.com](mailto:manlabkiev@gmail.com); ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9771-7830>

**Vasylenko V. V.** — Junior Research Scientist of the Department of creation of educational-thematic systems of knowledge, NC “Junior Academy of Sciences of Ukraine”, Kyiv, Ukraine, [Vol\\_odya@ukr.net](mailto:Vol_odya@ukr.net); ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8864-2363>

Стаття надійшла до редакції / Received 22.04.2024

М. І. Довга,  
В. В. Приходнюк,  
А. А. Яременко

# РЕГУЛЯЦІЯ ВИКОРИСТАННЯ ГЕНЕРАТИВНОГО ШІ В ШКОЛІ: ЧИ МОЖЕ CHATGPT ДОПОМОГТИ ВЧИТЕЛЮ РОЗРІЗНИТИ АВТОРСЬКИЙ ТЕКСТ ТА ШТУЧНО ЗГЕНЕРОВАНИЙ?

**Анотація.** У статті розкривається актуальне питання використання генеративного штучного інтелекту у сфері науки та освіти, аналізується його застосування для підготовки наукових робіт, викладання та навчання, а також розглядається потенційний вплив генеративного штучного інтелекту (ШІ) на дотримання академічної доброчесності. У контексті шкільного навчання повсюдне використання ШІ учнями для написання всіх видів текстів викликає обґрунтоване занепокоєння щодо зниження якості освіти, перешкоджання формуванню навичок формулювання думок, дотримання граматичних та стилістичних норм тощо. Тому важливо, щоб учителі мали змогу розрізнити текст, написаний учнем, і текст, згенерований ШІ. І хоча для розпізнавання авторства тексту існують спеціальні програми, проте одним із найбільш поширених серед учителів способів розрізнення авторських та згенерованих текстів є перевірка тексту за допомогою ChatGPT. Тож основна частина статті присвячена дослідженню точності ChatGPT 3.5 у визначенні авторства тексту. Показано, що модель має низьку ефективність для виконання таких завдань і з високою імовірністю генерує як хибнопозитивні, так і хибнонегативні результати. Наприклад, тексти, що не містять числових даних та посилань і викладені у формальному стилі мовлення, з високою імовірністю будуть атрибутовані ШІ, незалежно від авторства. Окрім цього, точність відповіді залежить від формулювання промптів. Тому ChatGPT 3.5 не можна рекомендувати педагогам як основний засіб для визначення авторства учнівських текстів. Натомість учителям варто враховувати попередній досвід взаємодії з учнями, а також змінювати формулювання завдань так, щоб вони передбачали необхідність посилань, зазначення цифрових даних тощо. Стаття завершується роздумами над подальшим удосконаленням стратегій, спрямованих на запобігання некоректному використанню штучного інтелекту, що призводить до порушення академічної доброчесності в школах. Зокрема, рекомендується зосереджуватися на формуванні культури відповідальності за авторство робіт, а також шукати способи інтеграції ChatGPT та інших генеративних моделей у навчальний процес, замість того, щоб забороняти їх застосування.

**Ключові слова:** штучний інтелект, ChatGPT, академічна доброчесність, політики використання ШІ.

**Актуальність дослідження.** Штучний інтелект — загальний термін для позначення здатності комп'ютерних систем виконувати функції, які традиційно асоціюються з інтелектуальними

процесами. Генеративний ШІ — загальна назва ШІ-моделей, що здатні продукувати тексти, відео, зображення, програмний код тощо. Ці моделі навчені на величезних обсягах даних і можуть успішно генерувати необхідний контент на основі промптів, тобто користувацьких

запитів, що містять інформацію про вимоги до результату. Якість згенерованого контенту зазвичай істотно залежить від формулювань, використаних у промпті. Поширення генеративного ШІ зумовлює багато етичних, юридичних, соціальних і навіть політичних питань, однак у контексті освіти поки що найбільш обговорюваними є так звані великі лінгвістичні моделі (Large language models (LLM)), здатні створювати зв'язні тексти, які імітують людське мовлення.

Невдовзі після відкриття публічного доступу до мовних моделей можливостями їх застосування зацікавилися студенти, учні, науковці та викладачі. Вже зараз науковці активно користуються генеративним ШІ для написання текстів статей, доповідей, створення презентацій тощо. Хоча точний масштаб задіяння ШІ для підготовки наукових текстів невідомий, наявні ознаки, що непрямо вказують на його поширеність. Наприклад, в англійській мові слово «delve» є рідковживаним, однак воно часто зустрічається в текстах, згенерованих ChatGPT. Аналіз частоти вживання слова «delve» у статтях на PubMed засвідчує помітне зростання його вживаності у 2023 р. і стрибкоподібне зростання у 2024 р., що з високою імовірністю вказує на зростання популярності ШІ-інструментів [1].

Попри те, що деякі автори вважають застосування ШІ-моделей категорично неприйнятним для написання наукових текстів, надзвичайна їхня популярність спонукала видавництва та редакції журналів детально прописати політику стосовно ШІ. У майбутньому ця політика може зазнати змін, проте на сьогодні більшість видавництв не має заборони на використання ШІ. Водночас вони зауважують, що ШІ не є юридично відповідальною особою і не може нести відповідальність за твердження та дані, опубліковані в статтях, а отже, не повинен вказуватися як автор, навіть якщо використовується. Видавці розробляють детальні правила щодо того, як саме потрібно вказувати внесок ШІ у написання роботи. Наприклад, Taylor & Francis та Elsevier вимагають зазначати внесок, зроблений моделлю [2]. Elsevier надає докладні пояснення того, для чого можна використовувати ШІ, а для чого — ні. Зокрема, вони рекомендують застосовувати генеративні моделі для спрощення процесу написання тексту, забезпечення дотримання вимог до граматики, академічного стилю, покращення читацьких властивостей текстів

і навіть пропонують власну ШІ-модель, орієнтовану на роботу з науковими текстами [3]. На сайті видавництва зазначено, що генеративні ШІ заборонено використовувати для написання секції обговорення, формування висновків, створення ілюстративного контенту статей [4]. Science спочатку встановлював чітку заборону на тексти, згенеровані ChatGPT, розглядаючи їх як плагіат, оскільки модель користується текстами, на яких була навчена, однак не вказує посилання на джерела. Пізніше цю політику було переглянуто, і на сьогодні Science дозволяє публікувати статті, для підготовки яких залучався ШІ, однак вимагає від авторів докладно описати використання ШІ у супровідному листі, зазначити ШІ у списку вдячностей, а також навести повне формулювання промптів (запитів), на основі яких підготовлено статтю [5].

Велике різноманіття способів застосування ШІ знаходять студенти. Зокрема, дослідники з'ясували, що ChatGPT використовується студентами для кращого розуміння навчального матеріалу, отримання загальної інформації щодо нової теми, отримання роз'яснень щодо складних та малозрозумілих тем, подолання труднощів у навчанні [6]. Цілком передбачувано й те, що ChatGPT широко застосовується учнями для списування та плагіату. За результатами деяких досліджень, більше половини опитаних зізналися, що активно вдаються до послуг ChatGPT для виконання навчальних завдань.

Педагоги також опановують генеративні моделі. Вчителі вбачають значний потенціал у їх використанні для оптимізації роботи з паперами, реалізації індивідуального підходу в навчанні, створення домашніх завдань, перевірки та написання фідбека на домашні роботи, створення ілюстрацій для презентацій тощо [7; 8]. Однак загалом у педагогів генеративні моделі викликають більше тривоги, ніж ентузіазму, оскільки відразу після їхньої появи учні та студенти почали активно використовувати їх для виконання домашніх робіт, написання контрольних, есе і т. п., що призводить до порушення академічної доброчесності [9]. Занепокоєння у викладачів викликає те, що повсюдне застосування генеративних моделей негативно впливає на здатність учнів до критичного та логічного мислення, на навички формулювання думок та навіть елементарну грамотність [10]. Поточні навчальні

програми передбачають формування вміння учнів самостійно складати зв'язні тексти, дотримуватися правил граматики, тож побоювання вчителів стосовно зниження якості навчання є цілком обґрунтованими. Застосування ШІ надає помітну перевагу його користувачам, тож учні, які виконують навчальні завдання, не звертаючись по допомогу до ШІ, без урахування цієї різниці ризикують опинитися у менш вигідному становищі. Тому для педагогів важливо вміти розрізняти роботи, створені за допомогою ШІ, та оригінальні тексти, написані людьми.

Дослідження засвідчують, що люди переважно відчують труднощі з розрізненням згенерованого тексту та написаного людиною і часом помилково атрибувають авторський текст ШІ, а частіше — визнають текст, написаний ШІ, за створений людиною [11]. Навіть у дослідженнях, де текст генерувався ChatGPT 2, набагато менш потужною моделлю, ніж сучасні ChatGPT 3.5 та ChatGPT 4, виявлялося, що учасники помилково класифікують 60 % текстів, написаних людьми, та 58 % текстів, згенерованих ШІ [12]. Більше того, люди зазвичай переоцінюють свою здатність розпізнавати авторські та штучно створені тексти.

Тож не дивно, що вчителі також відчують труднощі з визначенням того, яку роботу виконав студент або учень, а яку — ШІ. У нещодавньому дослідженні було показано, що педагоги правильно ідентифікують лише 45 % текстів, створених ШІ, та 53,7 % текстів, написаних учнями, однак оцінюють точність розпізнавання згенерованих текстів у середньому на 77,3 %, а точність розпізнавання авторських текстів — на 76,9 % [13].

Хоча всі зазначені дослідження були проведені на англійських вибірках, цілком очікувано, що вчителі в Україні мають такі самі проблеми. Теоретично можна припустити, що вчителям в Україні легше розрізняти штучно згенерований текст, оскільки мовні моделі набагато краще імітують англійську мову, ніж українську, тому що їх тренування відбувалося переважно з використанням англійських зразків. Разом із тим опитування свідчать про недостатню обізнаність учителів із можливостями і функціями штучного інтелекту та їхню занепокоєність тим, що учні звертаються по його допомогу надмірно і навіть неприйнятно часто. Часом зустрічаються пропозиції про необхідність використання

ШІ для перевірки його задіяння задля створення текстів різних видів, однак за такого підходу необхідно бути впевненим у точності наданих моделлю висновків, щоб уникнути потенційних невинуватих конфліктів через висловлення необґрунтованих звинувачень [14]. На сьогодні існують моделі, що здатні з високою точністю розпізнавати згенерований академічний текст [15], але вони є платними. До того ж такі моделі, як правило, спеціалізовані під конкретний стиль текстів, тоді як педагоги в школі мають справу з багатьма стилями: художнім, академічним, публіцистичним. Тож цілком очікувано можна чути пропозиції від вчителів про використання ChatGPT для розпізнавання текстів, написаних за допомогою ChatGPT.

**Організація та методи дослідження.** Оскільки найбільш популярною генеративною мовною моделлю є ChatGPT, ми вирішили провести пілотне дослідження, спрямоване на визначення точності ChatGPT 3.5 у розпізнаванні згенерованого тексту й розрізнення роботи, виконаної людиною та ШІ. Версія 3.5 була обрана нами, тому що вона є відомою широкому загалу, безкоштовною, надається у вільному доступі та найбільш імовірно буде використана як учнями для генерації текстів, так і вчителями для перевірки їх походження.

Для цього дослідження було взято три українськомовні наукові роботи, одна з яких містила огляд літератури, результати емпіричного дослідження та висновки і була створена без залучення ШІ, друга — мала зазначені компоненти, однак для написання вступу та висновків частково використовувався генеративний ШІ, третя була оглядово-теоретичною та створювалася без допомоги ШІ.

Загалом було проаналізовано 15 уривків довжиною до 2000 знаків з пробілами кожен: 7 фрагментів тексту першої роботи, 3 фрагменти тексту другої роботи та 5 фрагментів третьої роботи. Обсяг фрагментів лімітувався обсягом тексту, доступного для безкоштовного опрацювання за допомогою ChatGPT 3.5, а також логічними розділами оригінального тексту.

Оскільки у випадку ШІ-моделей важливе значення може мати формулювання запиту, для дослідження ми використали три промпти:

1. *Проаналізуй текст та визнач, чи був цей фрагмент тексту згенерований штучним інтелектом, чи його написала людина.*

2. Чи був цей текст згенерований ШІ?

3. Оціни ймовірність того, що текст написаний ШІ, за шкалою від 1 до 5, де 1 — мало ймовірно; 2 — скоріше ні; 3 — нейтрально; 4 — скоріше так; 5 — дуже ймовірно.

**Результати дослідження та їх обговорення.**

Текст 1. *Дослідницька робота з психології*

У першому тексті ми дослідили наступні фрагменти: фрагменти 1 та 2 — уривки вступу, де обґрунтовувалася актуальність дослідження та його новизна; фрагмент 3 — теоретичні основи дослідження; фрагмент 4 — опис методів дослідження; фрагмент 5 — результати досліджень, опис перевірки гіпотез; фрагмент 6 — практичні рекомендації відповідно до тематики дослідження; фрагмент 7 — загальні висновки до роботи (див. *табл. 1*).

Бачимо, що розділи зі вступом, теоретичними основами дослідження, методами дослідження та рекомендаціями були визначені як з високою ймовірністю написані людиною. Дещо нижче була оцінена ймовірність того, що теоретичний розділ написала людина, однак ChatGPT 3.5 уникнув надання точної числової оцінки, обравши компромісний нейтральний варіант. Серед пояснень оцінки зазначено такі формулювання про текст (тут і далі дослівно цитуються фрази, згенеровані GPT): «містить аргументовані думки, посилання на дослідження та структурований аналіз», «містить посилання на джерела і цитує деякі дослідження, що підтримують висловлені тези», «містить відсилання до джерел і використовує стиль наукового дослідження», «містить відсилання до джерел і використовує стиль наукового дослідження», «має структурований характер, використовує специфічні терміни і висловлює аргументовані рекомендації».

Фрагмент тексту, в якому описано перевірку гіпотез, був визначений як «імовірно, написаний людиною». У відповіді на уточнювальне запитання «Чи міг такий текст написати ChatGPT?» ChatGPT 3.5 припустив, що міг би згенерувати такий текст, оскільки «в цьому тексті відсутній якийсь унікальний науковий висновок або додаткові аналітичні деталі, які можуть бути притаманні конкретному дослідженню [...] текст не містить явних ознак творчості чи особистого підходу, що може бути характерним для текстів, створених людиною». А отже, на запитання «Чи створений цей текст ШІ?» ChatGPT 3.5 відповів: «Так, цей текст схожий на те, що може бути згенеровано штучним інтелектом», і в наступному промпті оцінив ймовірність того, що текст згенеровано, на 4 бали із 5.

Так само високо, на 4 бали, була оцінена ймовірність того, що розділ висновків був згенерований, а не написаний людиною, «тому що текст містить науковий аналіз, використовує термінологію, що характерна для наукових досліджень, та надзвичайно систематичний підхід до висвітлення проблеми».

Текст 2. *Тези доповіді на конференції з представленням результатів пілотного дослідження*

Другий текст являв собою тези доповіді, написані для виступу на конференції, що містили представлення результатів пілотного дослідження. При підготовці цих тез автор самостійно розробив частину з методологією дослідження та описом результатів, надав цей текст ChatGPT 3.5 із запитом сформулювати вступ і висновки до поданого дослідження, а потім опрацював та відредагував згенерований текст.

Для перевірки ефективності ChatGPT 3.5 у розпізнаванні авторського та згенерованого текстів

Таблиця 1

**Висновки щодо ймовірності написання тексту 1 людиною або ШІ, надані ChatGPT 3.5**

Фрагменти	Промпт 1	Промпт 2	Промпт 3
Фрагмент 1. Вступ	+	+	2
Фрагмент 2. Вступ	+	+	1
Фрагмент 3. Теорія	+	+/-	3
Фрагмент 4. Методи	+	+	2
Фрагмент 5. Результати	+/-	-	4
Фрагмент 6. Рекомендації	+	+	2
Фрагмент 7. Висновки	+/-	-	4

було використано ті ж самі три промпти, що і для попереднього тексту (див. *табл. 2*).

За результатами, отриманими на перший запит, всі три тексти були розпізнані як імовірно, створені людиною. Пряме запитання «Чи був цей текст згенерований ШІ?» залишило незмінними оцінки у перших двох пунктах, натомість стосовно фрагмента 3 із висновками до роботи ChatGPT 3.5 зазначив, що він не має можливості встановити, хто написав цей текст. У числовому вираженні перші два фрагменти також були оцінені як написані людиною, тоді як останній отримав оцінку 4, що відповідає високій імовірності того, що текст згенеровано.

З-поміж обґрунтувань висновків про те, що текст написано людиною, ChatGPT 3.5 вказував «включення інформації про конкретну технологію (ChatGPT), її вплив на академічну чесність та потребу у дослідженні цієї проблеми», «чітко викладені думки, відсутність синтаксичних аномалій і правильне використання мови», застосування «деталей і мовних виразів, які були б складніші для штучного інтелекту відтворити безпосередньо», використання «дослідницьких даних та аналізу відповідей учасників інтерв'ю, що вимагає високого рівня розуміння контексту та способу мислення». Зокрема, складними для штучного відтворення ChatGPT 3.5 назвав такі вислови, як «взаємодія та інтеграція», «культура академічної чесності», «дослідження було організовано» тощо.

Серед пояснень атрибутування тексту ШІ ChatGPT 3.5 зазначив «організовану структуру, (...) академічний стиль мови та аналіз результатів дослідження, що характерно для тексту, згенерованого ШІ».

Текст 3. *Теоретична стаття про лідерство*

Третій текст містив теоретичні тези, написані без застосування ШІ. Для аналізу було виділено 5 фрагментів та використано ті ж самі три промпти, що і в попередніх текстах. Оцінки третього

тексту виявилися найбільш неоднозначними. Результати наведені у таблиці 3.

При аналізі цього тексту основна частина отримала найнижчі показники за імовірністю людського авторства за всіма промптами, тоді як вступ і висновки були оцінені більш правильно. Серед чинників, що визначили оцінку тексту як згенерованого, ChatGPT зазначив формальність стилю, використання технічних термінів та посилань, структурованість тексту. Зокрема, в описі зустрічався конкретний перелік наведених вище характеристик, а також наступні формулювання: «стилістично досить стандартний інформативний текст без яскравих оригінальних висновків або досліджень», «виглядає дещо формалізованим, а деякі висловлення можуть вказувати на автоматизований аналіз, а не на звичайний стиль письма людини».

Стосовно фрагментів, які були розпізнані як написані людиною, ChatGPT вказав, що «текст використовує фактичні дані та концепції, що вивчаються в галузі психології та соціології. ШІ, зазвичай, генерують тексти, які зазвичай не мають такого рівня аналізу та осмислення теми, як цей» і «текст має загальний стиль та мову, які можна зустріти в академічних чи освітніх текстах. Однак він не має явних ознак того, що його створено штучним інтелектом».

Отже, наше дослідження засвідчило, що при використанні вчителями ChatGPT 3.5 для аналізу текстів існує досить висока ймовірність отримання хибнопозитивних результатів, коли ChatGPT 3.5 атрибує текст, створений людиною, штучному інтелекту. Перший промпт дав 13,3 % упевнених, але помилкових відповідей та 53,3 % помилкових відповідей із зазначенням невпевненості у правильності атрибуції. Другий промпт дав також 13,3 % впевнених, але неправильних відповідей і 33,3 % неправильних відповідей із зазначенням імовірної неточності. Третій промпт дав 33,3 % неправильних

Таблиця 2

Висновки щодо імовірності написання тексту 2 людиною або ШІ, надані ChatGPT 3.5

Фрагменти	Промпт 1	Промпт 2	Промпт 3
Фрагмент 1. Вступ	+	+	2
Фрагмент 2. Дослідження	+	+	1
Фрагмент 3. Висновки	+	+/-	4

відповідей із зазначенням високої точності та 13,3 % неправильних відповідей із зазначенням низької точності.

Якість отриманих результатів залежить від формулювання промпта, а також від властивостей тексту. Тексти, що містять посилання на джерела в стилі APA або іншому стилі, поширеному в англійській літературі, з меншою імовірністю будуть розпізнані як згенеровані штучно, тоді як тексти, що не містять числових даних і посилань або містять посилання, оформлені за ДСТУ, з більшою імовірністю будуть описані як створені за допомогою штучного інтелекту. Окрім цього, використання формальних мовлення та стилю висловлювань також може сприяти класифікації тексту як штучного.

Ці результати важливі з огляду на те, що значна частина письмових робіт, виконаних у школі, не передбачає великої кількості посилань на джерела або не потребує оформлення цих посилань у стилі APA, а отже, навіть написані від руки або якісно відредаговані згенеровані тексти при перевірці їх за допомогою ChatGPT можуть повністю атрибуватися штучному інтелекту та призводити до конфліктів між учнями і педагогами. Втім, слід зазначити, що і спеціальні сервіси перевірки на ШІ (як правило, платні) також не гарантують 100 % точності розрізнення авторства й також не убезпечені від хибнопозитивних результатів [16].

На наш погляд, хоча розпізнавання згенерованого та авторського текстів може бути важливим з точки зору введення покарань за написання текстів ШІ, удосконалення педагогами та адміністрацією механізмів загалом, регуляція використання ChatGPT та інших генеративних нейромереж повинні відбуватися не через по-

кращення способів виявлення їх застосування, а шляхом формування культури академічної доброчесності, прищеплення почуття персональної відповідальності за результат та якість роботи. Без розвитку культури відповідального ставлення до авторства пошук нових способів плагіату та списування, з одного боку, та пошук способів їх виявлення, з іншого, нагадуватимуть гонку озброєнь. Дослідники виділяють так звану тріаду «нечесності», до якої входять *тиск*, *можливості* та *раціоналізація*. *Тиск* створюється через хвилювання про обов'язкову відповідність зовнішнім вимогам та про оцінку оточуючих: необхідність отримання хорошої оцінки за будь-яку ціну на виконання певних правил, норм, приписів, побажань. *Можливості* виникають там, де імовірність того, що нечесність буде викрито, мінімальна. Зокрема, таку ситуацію можуть створювати педагоги, які недостатньо обізнані зі спроможностями ШІ і не можуть відстежити його використання. *Раціоналізація* описує способи, якими особа, що вдається до порушення доброчесності, виправдовує свої дії. Наприклад, виправданням може слугувати припущення про те, що до списування або написання текстів за допомогою ШІ вдаються всі [17].

Окрім цього, педагогам варто звернути увагу на приклад наукових журналів, які шукають способи унормування взаємодії з ШІ, а не застосовують повну заборону його використання. Приміром, можливі розробка правил і домовленостей про те, коли можна використовувати ШІ, а коли ні, постановка задач, які на додачу до створення текстів передбачають їх критичний аналіз, використання завдань, що вимагають цитування та оформлення посилань на академічні джерела тощо [18]. Дослідники також

Таблиця 3

Висновки щодо імовірності написання тексту 3 людиною або ШІ, надані ChatGPT 3.5

Фрагменти	Промпт 1	Промпт 2	Промпт 3
Фрагмент 1. Вступ	+/-	+	1
Фрагмент 2. Основна частина	+/-	+/-	4
Фрагмент 3. Основна частина	+/-	+	3
Фрагмент 4. Основна частина	+/-	+/-	4
Фрагмент 5. Висновки	+	+	2



зазначають, що оптимальний рівень строгості обмежень та правил стосовно ШІ відрізняється для різних культур [19], тому копіювання практик політики освітніх закладів інших країн не обов'язково буде найкращим вибором, рівень обмежень повинен встановлюватися з урахуванням місцевих особливостей (рівень індивідуалізму, маскулінності культури тощо). Оскільки моделі генеративного ШІ надзвичайно динамічно розвиваються і регулярно оновлюються, будь-які правила потребуватимуть перегляду, але зрештою такий підхід дасть змогу оптимізувати застосування сучасних технологій у навчальному процесі.

**Висновок.** За результатами дослідження ми можемо рекомендувати вчителям задіювати ШІ-моделі для розпізнавання наявності ознак використання ШІ в текстах, оскільки точність навіть не пристосованої до таких завдань моделі виявляється дещо вищою, ніж у самих педагогів. Однак слід наголосити на тому, що висновки, надані програмою, не мають інтерпретуватися як однозначно істинні та неупереджені і можуть використовуватися для перевірки робіт лише як допоміжний інструмент з невисокою точністю. Таке оцінювання, якщо і застосовується, повинно враховувати попередній досвід взаємодії педагога з учнем і доповнюватися самостійним аналізом якості написаної роботи на предмет виявлення лексичних аномалій, вживання нехарактерних мовних зворотів тощо.

Серед альтернативних способів протидії порушенням академічної доброчесності ми можемо рекомендувати розробку завдань, що передбачають написання текстів з оформленням посилань на різні джерела, творчу дослідницьку роботу, усне оцінювання, проектну роботу, яка полягає, зокрема, у створенні різних типів продукції, тощо. Окрім цього, вчителі можуть розробляти завдання, що передбачають звернення до ШІ-моделей, але вимагають подальшого доопрацювання або практичного застосування отриманих результатів, що сприятиме формуванню навичок коректної взаємодії з ШІ та розвитку критичного мислення.

Загалом, враховуючи наведені у статті дані, варто наголосити, що важливо підвищувати обізнаність учителів стосовно можливостей та особливостей функціонування штучного інтелекту, щоб забезпечити конструктивне використання новітніх технологій учнями й педагогами.

#### Список використаних джерел

1. Bonyhady N. Is this one word the shortcut to detecting AI-written work? *The Australian Financial Review*. 2024. April 17. URL: <https://www.afr.com/technology/is-this-one-word-the-shortcut-to-detecting-ai-written-work-20240417-p5fкоб> (дата звернення: 30.04.2024).
2. Clarifies the Responsible use of AI Tools in Academic Content Creation. *T&F Newsroom*. 2023. URL: <https://newsroom.taylorandfrancisgroup.com/taylor-francis-clarifies-the-responsible-use-of-ai-tools-in-academic-content-creation/> (дата звернення: 30.04.2024).
3. Scopus AI: Trusted content. Powered by responsible AI. *Elsevier*. URL: <https://www.elsevier.com/products/scopus/scopus-ai> (дата звернення: 30.04.2024).
4. The use of generative AI and AI-assisted technologies in writing for Elsevier. *Elsevier*. URL: <https://www.elsevier.com/about/policies-and-standards/the-use-of-generative-ai-and-ai-assisted-technologies-in-writing-for-elsevier> (дата звернення: 30.04.2024).
5. Holden H. H., Vinson V. Change to policy on the use of generative AI and large language models. *Science*. 2023. URL: <https://www.science.org/content/blog-post/change-policy-use-generative-ai-and-large-language-models> (дата звернення: 30.04.2024).
6. Albayati H. Investigating undergraduate students' perceptions and awareness of using ChatGPT as a regular assistance tool: A user acceptance perspective study. *Computers and Education: Artificial Intelligence*. 2024. Vol. 6. Article 100203.
7. Adaptive feedback from artificial neural networks facilitates pre-service teachers' diagnostic reasoning in simulation-based learning / M. Sailer et al. *Learning and Instruction*. 2023. Vol. 83. Article 101620. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2022.101620>.
8. Individualizing goal-setting interventions using automated writing evaluation to support secondary school students' text revisions / T. Jansen et al. *Learning and Instruction*. 2024. Vol. 89. Article 101847. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2023.101847>.
9. Cotton D., Cotton P., Shipway J. R. Chatting and Cheating. Ensuring academic integrity in the era of ChatGPT. *Innovations in Education and Teaching International*. 2023. Vol. 61. № 2. DOI: <https://doi.org/10.1080/14703297.2023.2190148>.
10. Ipek Z. H., Gozum A. C., Papadakis S., Kallogiannakis M. Educational applications of the ChatGPT AI system: A systematic review research. *Educational Process: International Journal*. 2023. Vol. 12. № 3. Pp. 26–55. DOI: <https://doi.org/10.22521/edupij.2023.123.2>.
11. Köbis N., Mossink L. D. Artificial intelligence versus Maya Angelou: Experimental evidence that people

- cannot differentiate AI-generated from human-written poetry. *Computers in Human Behavior*. 2021. Vol. 114. Article 106553.
12. The pure poet: How good is the subjective credibility and stylistic quality of literary short texts written with an artificial intelligence tool as compared to texts written by human authors? / V. E. Gunser et al. *In2Writing 2022* : Proceedings of the first workshop on intelligent and interactive writing assistants. Dublin, Ireland : Association for Computational Linguistics, 2022. Pp. 60–61.
  13. Do teachers spot AI? Evaluating the detectability of AI-generated texts among student essays / J. Fleckenstein et al. *Computers and Education: Artificial Intelligence*. 2024. Vol. 6. Article 100209.
  14. Fowler G. A. We tested a new ChatGPT-detector for teachers. It flagged an innocent student. *The Washington Post*. 2023. April 3. URL: <https://www.washingtonpost.com/technology/2023/04/01/chatgpt-cheating-detection-turnitin/> (дата звернення: 07.05.2024).
  15. Distinguishing academic science writing from humans or ChatGPT with over 99 % accuracy using off-the-shelf machine learning tools / H. Desaire et al. *Cell Reports in Physical Science*. 2023. Vol. 4. Article 101426.
  16. Factors affecting accounting students' misuse of ChatGPT: An application of the fraud triangle theory / H. Alshurafat et al. *Journal of Financial Reporting and Accounting*. 2024. Vol. 22. № 2. Pp. 274–288. DOI: <https://doi.org/10.1108/JFRA-04-2023-0182>.
  17. Simms R. C. Work with ChatGPT, Not Against: 3 Teaching Strategies That Harness the Power of Artificial Intelligence. *Nurse Educator*. 2024. Vol. 49. № 3. Pp. 158–161. DOI: <https://doi.org/10.1097/NNE.0000000000001634>.
  18. Yusuf A., Pervin N., Román-González M. Generative AI and the future of higher education: a threat to academic integrity or reformation? Evidence from multicultural perspectives. *International Journal of Educational Technologies in Higher Education*. 2024. Vol. 21. № 21. DOI: <https://doi.org/10.1186/s41239-024-00453-6>.
- References**
1. Bonyhady, N. (2024). Is this one word the shortcut to detecting AI-written work? *The Australian Financial Review*. Retrieved from <https://www.afr.com/technology/is-this-one-word-the-shortcut-to-detecting-ai-written-work-20240417-p5fko6>.
  2. Clarifies the Responsible use of AI Tools in Academic Content Creation. *T&F Newsroom*. 2023. Retrieved from <https://newsroom.taylorandfrancis-group.com/taylor-francis-clarifies-the-responsible-use-of-ai-tools-in-academic-content-creation/>.
  3. Scopus AI: Trusted content. Powered by responsible AI. *Elsevier*. Retrieved from <https://www.elsevier.com/products/scopus/scopus-ai>.
  4. The use of generative AI and AI-assisted technologies in writing for Elsevier. *Elsevier*. Retrieved from <https://www.elsevier.com/about/policies-and-standards/the-use-of-generative-ai-and-ai-assisted-technologies-in-writing-for-elsevier>.
  5. Holden H. H., & Vinson V. (2023). Change to policy on the use of generative AI and large language models. *Science*. Retrieved from <https://www.science.org/content/blog-post/change-policy-use-generative-ai-and-large-language-models>.
  6. Albayati, H. (2024). Investigating undergraduate students' perceptions and awareness of using ChatGPT as a regular assistance tool: A user acceptance perspective study. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 6, Article 100203.
  7. Sailer, M., Bauer, E., Hofmann, R., Kiesewetter, J., Glas, J., Gurevych, I., et al. (2023). Adaptive feedback from artificial neural networks facilitates pre-service teachers' diagnostic reasoning in simulation-based learning. *Learning and Instruction*, 83, Article 101620. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2022.101620>.
  8. Jansen, T., Meyer, J., Fleckenstein, J., Horbach, A., Keller, S., & Möller, J. (2024). Individualizing goal-setting interventions using automated writing evaluation to support secondary school students' text revisions. *Learning and Instruction*, 89, Article 101847. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2023.101847>.
  9. Cotton, D., Cotton, P., & Shipway, J. R. (2023). Chatting and Cheating. Ensuring academic integrity in the era of ChatGPT. *Innovations in Education and Teaching International*, 61 (2). DOI: <https://doi.org/10.1080/14703297.2023.2190148>.
  10. Ipek, Z. H., Gozum, A. C., Papadakis, S., & Kallogianakis, M. (2023). Educational applications of the ChatGPT AI system: A systematic review research. *Educational Process: International Journal*, 12 (3), 26–55. DOI: <https://doi.org/10.22521/edupij.2023.123.2>.
  11. Köbis, N., & Mossink, L. D. (2021). Artificial intelligence versus Maya Angelou: Experimental evidence that people cannot differentiate AI-generated from human-written poetry. *Computers in Human Behavior*, 114, Article 106553.
  12. Gunser, V. E., Gottschling, S., Brucker, B., Richter, S., Çakir, D. C., & Gerjets, P. (2022). The pure poet: How good is the subjective credibility and stylistic quality of literary short texts written with an artificial intelligence tool as compared to texts written by human

- authors? *In2Writing 2022* : Proceedings of the first workshop on intelligent and interactive writing assistants. (Pp. 60–61). Dublin, Ireland : Association for Computational Linguistics.
13. Fleckenstein, J., Meyer, J., Jansen, T., Keller, S. D., Köller, O., & Möller, J. (2024). Do teachers spot AI? Evaluating the detectability of AI-generated texts among student essays. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 6, Article 100209.
  14. Fowler, G. A. (2023). We tested a new ChatGPT-detector for teachers. It flagged an innocent student. *The Washington Post*. Retrieved from <https://www.washingtonpost.com/technology/2023/04/01/chatgpt-cheating-detection-turnitin/>.
  15. Desaire, H., Chua, A. E., Isom, M., Jarosova, R., & Hua, D. (2023). Distinguishing academic science writing from humans or ChatGPT with over 99 % accuracy using off-the-shelf machine learning tools. *Cell Reports in Physical Science*, 4, Article 101426.
  16. Alshurafat, H., Al Shbail, M. O., Hamdan, A., Al-Dmour, A., & Ensour, W. (2024). Factors affecting accounting students' misuse of ChatGPT: An application of the fraud triangle theory. *Journal of Financial Reporting and Accounting*, 22 (2), 274–288. DOI: <https://doi.org/10.1108/JFRA-04-2023-0182>.
  17. Simms, R. C. (2024). Work With ChatGPT, Not Against: 3 Teaching Strategies That Harness the Power of Artificial Intelligence. *Nurse Educator*, 49 (3), 158–161. DOI: <https://doi.org/10.1097/NNE.0000000000001634>.
  18. Yusuf, A., Pervin, N., & Román-González, M. (2024). Generative AI and the future of higher education: A threat to academic integrity or reformation? Evidence from multicultural perspectives. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 21, Article 21. DOI: <https://doi.org/10.1186/s41239-024-00453-6>.

M. I. Dovha,  
V. V. Prykhodniuk  
A. A. Yaremenko

#### SPOTTING GENERATIVE AI IN SCHOOL: CAN CHATGPT HELP A TEACHER DISTINGUISH BETWEEN AUTHORED AND ARTIFICIALLY GENERATED TEXT?

**Abstract.** *The article addresses the issue of incorporating the generative models of artificial intelligence in science and education, examining their various applications in writing scientific papers, teaching, and learning, as well as considering the potential impact of generative AI on academic integrity. In the context of school education, the widespread use of AI by students for writing various types of texts raises justified concerns about AI's detrimental impact on quality of education, development of writing and communication skills. Therefore, it is important for teachers to be able to differentiate between texts written by students and those generated by AI. Although there are specialized programs for text authorship recognition, one of the most common methods among teachers for distinguishing between authored and generated texts is text verification using ChatGPT. Hence, the main part of the article is devoted to investigating the accuracy of ChatGPT 3.5 in spotting text authorship. It is shown that the model has low efficiency in performing such tasks and is highly likely to produce both false positive and false negative results. Specifically, texts lacking numerical data and references and using a formal style of language are highly likely to be attributed to AI, regardless of authorship. Additionally, the accuracy of the response highly depends on the formulation of prompts. Therefore, ChatGPT 3.5 cannot be recommended to educators as the primary tool for determining the authorship of students' texts. Instead, teachers should consider prior experience of interaction with the student and modify tasks requiring to include references, numerical data, etc. The article concludes with reflections on further improving and developing strategies to prevent the inappropriate use of artificial intelligence in violating academic integrity in schools. Specifically, it is recommended to focus on cultivating a culture of responsibility for authorship of works and to seek ways to integrate ChatGPT and other generative models into the educational process, rather than prohibiting their use.*

**Keywords:** *artificial intelligence, ChatGPT, academic integrity, AI policies.*

**ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРІВ**

**Довга Марія Ігорівна** — канд. пед. наук, наукова співробітниця відділу створення та використання інтелектуальних мережних інструментів, НЦ «Мала академія наук України», м. Київ, Україна, dmacha517@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7440-8293>

**Приходнюк Віталій Валерійович** — канд. техн. наук, завідувач відділу створення та використання інтелектуальних мережних інструментів, НЦ «Мала академія наук України», м. Київ, Україна, tangens91@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2108-7091>

**Яременко Андрій Анатолійович** — аспірант, Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», спеціальність 172 Електронні комунікації та радіотехніка, провідний інженер відділу програмного забезпечення та комп'ютерних мереж, НЦ «Мала академія наук України», м. Київ, Україна, y\_aa@ukr.net; ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0007-0116-0347>

**INFORMATION ABOUT THE AUTHORS**

**Dovha M. I.** — PhD in Pedagogy, Researcher of Department of creating and using intelligent networking tools, the NC "Junior Academy of Sciences of Ukraine", Kyiv, Ukraine, dmacha517@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7440-8293>

**Prykhodniuk V. V.** — PhD in Engineering, Department Head of Department of creating and using intelligent networking tools, the NC "Junior Academy of Sciences of Ukraine", Kyiv, Ukraine, tangens91@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2108-7091>

**Yaremenko A. A.** — graduate student, National University "Yuri Kondratiuk Poltava Polytechnic", majoring in 172 Electronic communications and radio engineering, leading engineer of the software and computer networks department, NC "Junior Academy of Sciences of Ukraine", Kyiv, Ukraine, y\_aa@ukr.net; ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0007-0116-0347>

Стаття надійшла до редакції / Received 07.05.2024

O. S. Kuzmenko,  
I. M. Savchenko,  
V. B. Demianenko,  
T. M. Kotenko

## FORMATION OF A GENDER-SENSITIVE ENVIRONMENT IN THE INNOVATIVE TRANSFORMATION OF THE SCIENTIFIC AND EDUCATIONAL SPACE: THE ASPECT OF STEM EDUCATION

---

**Abstract.** *In the conditions of martial law, the creation of a gender-sensitive environment in higher education institutions based on STEM is an urgent task. An important task of science and education at the moment is to provide favourable conditions for the subjects of education based on the state's innovation policy (for example, STEM, artificial intelligence, robotics, etc.), as well as to provide feedback between the student and the teacher. Activation of the problem of the gender component, focusing attention on the concept of zero tolerance in the system of training personnel from the economic profile and developing a new methodology for building a gender-sensitive environment in this field will ensure the integrity of the process of forming intellectual potential among women and men, is the main goal of the author's research. This is aimed at the rationality of the organization of the training of education seekers taking into account gender aspects on the basis of STEM. In the research, the authors outlined contextual levels and contradictions regarding the formation of a gender-sensitive environment, in particular: the context of the needs for social order (taking into account the equality of rights of women and men); the context of needs for science (pedagogical, engineering, technical, legal, physical and mathematical disciplines), taking into account transdisciplinarity and aspects of STEM education; in the context of the needs of pedagogical practice (development and implementation of innovative approaches in a gender-sensitive environment in the context of the formation of soft skills of subjects of education capable of implementing STEM technologies in the educational process). The purpose of the research is scientific substantiation, conceptualization and development of a gender-sensitive environment for institutions of higher education based on STEM. The object of research is the educational process in institutions of higher education. The subject of the research is the theoretical and methodological substantiation of the expediency of the formation and development of a gender-sensitive environment of a higher education institution based on STEM education.*

**Keywords:** *STEM education, gender-sensitive environment, STEM technologies, institutions of higher education, soft skills, the aspect of physical and mathematical direction.*

---

### **Problem statement in general and its connection with important scientific or practical tasks.**

Taking into account the dangerous situation today, the urgent issue and the main tasks of science and education are the preservation of life, the values

acquired by mankind during its existence and the provision of appropriate safe conditions for those acquiring education, which determines the need for the formation of a gender-sensitive environment in institutions of higher education (hereinafter —

lofHE) taking into account innovative trends (for example, STEM education, virtual reality, high-precision positioning technologies, “SMART” business cards, artificial intelligence, etc.).

The gender aspect of ensuring high-quality education of students in physics, mathematics and vocational disciplines, creating effective conditions for remote communication with students of education and STEM-technologies, mobile applications has gained considerable relevance at the present time. Today, more than ever, the task of activating digital technologies in the context of gender policy in higher education (hereinafter — HE) and providing dynamic improvement and development of the methodology for building a gender-sensitive environment based on STEM-education is emerging. This will ensure the integrity of the process of formation and support of the state’s intellectual potential at a high level.

*The concept of the research* is that the physics, mathematics and vocational training of future specialists in engineering, technical, and economic fields in lofHE is the foundation for the further formation of soft skills in the students of education, which is important for the future competitive specialist, his readiness for the appropriate type professional activity taking into account the development of STEM-education. These aspects are relevant when they will be implemented in a gender-sensitive environment, which is currently a very important aspect of the innovation-educational-scientific space of Ukraine.

**An analysis of recent research and publications that have begun to address this issue.** According to UN [1] analytical data on gender equality policy for STEM specialities, we note that 24 % to 33 % of women are involved. The relevance of the direction of STEM education in Ukraine is gaining an important aspect, and we note that the involvement of girls in physics, mathematics and engineering disciplines is increasing every year.

Thus, in Ukraine, there is a growing demand for the training of highly qualified specialists with transdisciplinarity skills and the ability to work in the field of IT- and STEM-technologies.

Leading scientists García-Holgado A., García-Peñalvo F. J. substantiated the W-STEM (women in STEM) model, in which the educational and scientific process is considered with various tools aimed at the attraction, access and leadership of women in the institution of higher education (herein-

after — HEIs). The work process consists of four stages (see *Fig. 1*) [2]:

- the first stage considers the analysis of the situation (tasks for verification and self-assessment, focused on reflection and insight);
- the second phase is defined by the Gender Equality Action Plan (GEAP) to define the strategy and goals and develop actions to achieve them in Latin American HEIs;
- the third phase covers the implementation of the measures defined in the Action Plan on Gender Equality;
- the fourth stage considers the processes that ensure compliance with the goals set in the GEAP. It implements mechanisms to measure the impact and achievement of objectives, and the results are used to update the GEAP or improve the implementation of actions.

Important aspects of gender equality are outlined in the work of Ballatore M. G., Borger J. D., Misiewicz J. and Tabacco A. [3], regarding the study of gender differences in the self-perception of higher education graduates regarding the choice of a profession, in particular STEM.

The research of gender stereotypes in the IT field is considered in Borsotti V. [4], which reveals empirical research on socio-cultural barriers to the participation of women in software development projects at the University of Information Technology in Copenhagen.

Scientists Kang J., Hense J., Scheersoi A., Keinonen T. [5] emphasize the importance of preventing stereotypes and inconsistent models in teachers, focusing on future career prospects. The results of the study show that non-inclusive language, the choice of heteronormative educational material and communication style can leave part of the student body out of context, especially girls.

Research by leading scientists Nguyen U. and Riegle-Crumb C. [6] indicates that the cause of the gender gap is not biology, innate traits that can differentiate people by gender, or specific components of what occupations people should pursue according to their gender.

Therefore, the gender gap in STEM fields is a global problem, which is caused by various factors, as revealed in research [7; 8; 9; 10], where the impact of stereotypes on learning in higher education institutions and the obstacles and barriers that cause segregation are considered.

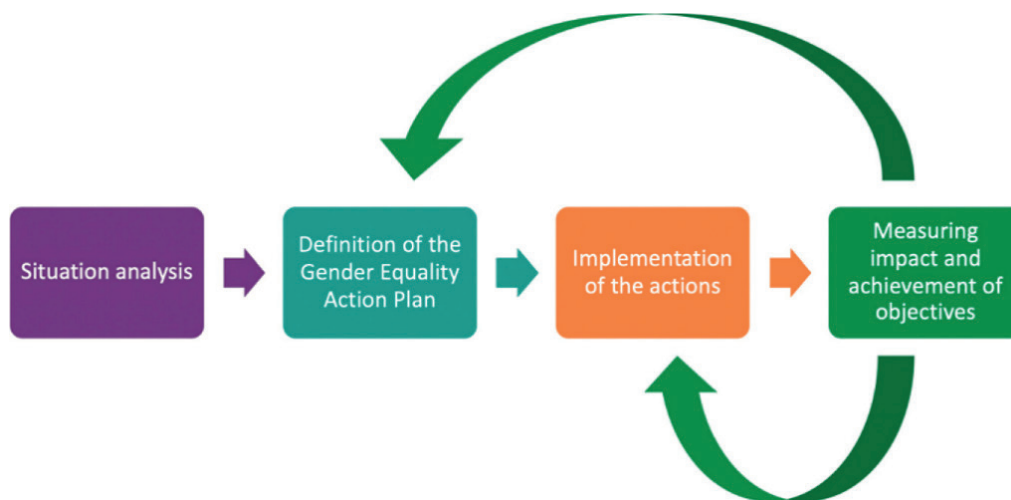


Fig. 1. W-STEM model in Higher Educational Institutions in Latin America [2]

Taking into account the above the leading idea of the research is that the physics-mathematics and professional-technical training based on STEM-technologies in IofHE, which is based on the principles of the unity of fundamentalization, transdisciplinarity, systematicity and gender equality, ensures the readiness of the subjects of training to obtain a quality education in physics and mathematics and professional-technical activities. Professions with knowledge of STEM-technologies are valuable in their world, however, they are undervalued in Ukraine.

In our research, concepts were formed regarding the creation of a gender-sensitive environment for students of higher education based on STEM-education:

- *the methodological concept* reveals the systemic interrelationship and interaction of transdisciplinarity, systematicity, fundamentalization and gender equality to solve the problem of integration of teaching physics, mathematics and professional technical disciplines in a gender-sensitive environment in IofHE;
- *the theoretical concept* defines a system of basic legal provisions, the latest scientific and crosscutting concepts, which are fundamental for understanding gender equality on the basis of STEM education in the teaching of physics and mathematics and vocational-technical disciplines in IofHE; peculiarities of the cognitive and search activity of education seekers in a gender-sensitive environment on the basis of STEM-education; professional qualifications for

innovative gender activities, key professional competencies for gender-oriented training; professional STEM skills;

- *the methodological concept* involves the development, substantiation and description of the methodological foundations and teaching methods of physical, mathematical and professional technical disciplines based on STEM technologies, determination of the stages of their transdisciplinarity, implementation in practice of teaching physics, mathematics and professional technical disciplines in conditions of a gender-sensitive environment in IofHE.

In particular, in the theoretical-practical and methodical aspects of teaching physics-mathematics and professional-technical disciplines based on STEM education, attention should be paid to the following tasks:

- creating a model of a gender-sensitive environment based on STEM education;
- substantiation of the theoretical and methodical principles of teaching physics-mathematics and professional-technical disciplines for students of HE based on STEM-technologies;
- development of teaching methods for physics-mathematics and professional-technical disciplines for higher education graduates in the conditions of STEM-education.

The direction of our scientific research is related to the topic of research work "Implementation of innovative technologies in the process of teaching physics and mathematics disciplines in the conditions of the development of STEM-

education” (state registration №. 0117U000789); “Creation of an innovative educational and scientific STEM-environment for teaching physics and mathematics disciplines based on the ontological approach in the conditions of a digital agent” (state registration number 0121U100279); with research-experimental work of the All-Ukrainian level on the topic “Scientific-methodical foundations of the creation and functioning of the All-Ukrainian scientific-methodical virtual STEM center” (Order of the Ministry of Education and Science of Ukraine № 708 dated 05.17.2017).

**The research goal** is scientific substantiation, conceptualization and development of a gender-sensitive environment for institutions of higher education based on STEM education.

*The object of research* is the educational process in institutions of higher education.

*The subject of the research* is the theoretical and methodological substantiation of the expediency of the formation and development of a gender-sensitive environment of IofHE based on STEM-education.

Thus, the fundamental provision of training of education seekers using STEM-technologies, in particular in a gender-sensitive environment, will become more effective in conditions of transdisciplinarity and systematicity.

**STEM-education is a factor in the development of an innovative educational and scientific environment in educational institutions of various profiles.** The strategy of reforming higher education in Ukraine until 2020 defines higher education as a factor in increasing the competitiveness of the domestic economy, the importance of ensuring the training of qualified specialists for the labour market and strengthening practical training; improvement of the connection of IofHE with business; transformation of Ukraine’s economic model into a knowledge-based economy; stimulation of innovative development of education and economy; focus on creating new jobs, companies and businesses; consideration of gender equality in the educational and scientific space of IofHE [11].

During the war in Ukraine, innovations and new approaches in educational practice became especially relevant, as it is now necessary to make quick, non-standard decisions. The creation of a comfortable educational environment in which the principles of gender equality are provided for Ukraine during the war is of great importance,

especially for persons who have suffered psychological trauma, the educational process should be interesting and contain the essence of cognitive and emotional support. The leading institutions of Ukraine (the Institute of Digitization of Education, the Institute of education content modernization, the National Center “Junior Academy of Sciences of Ukraine”, the Institute of the Gifted Child of the National Academy of Sciences of Ukraine and the Institute of Pedagogy of the National Academy of Sciences of Ukraine) developed distance learning programs, paying attention to digitalization education and innovative educational projects, in particular “National Educational Technopark”, “Intellect of Ukraine”, “Technology of teaching students of the primary school “Smart Kids” (Smart-Kids)”, creation of an all-Ukrainian scientific and methodical virtual STEM center, etc.

In the 21<sup>st</sup> century an inseparable component of the development of the methodology of teaching physics-mathematics and professional-technical disciplines in technical IofHE is innovation — objects of implementation or a process that contributes to the emergence of something new — innovation [12], in particular STEM-education, which reflects transdisciplinarity between four components (sciences, technologies, engineering and mathematics).

In our opinion, the results of the scientific investigations of the above-mentioned researchers [13; 14] reflect the progressive movement of education in Ukraine from the position of a post-industrial society, which can be characterized by the phenomenon — “innovative social educational and scientific organization of the 21<sup>st</sup> century” (Fig. 2)

According to scientists, this phenomenon of the XXI century is explained by the inevitability of fundamental changes in the processes and procedures of scientific and technological development, taking into account gender equality.

In Fig. 2 the reasons and regularities of the emergence of such an arrangement and its new structure, which determines all changes in science and education, are presented, in particular, as a solution to the contradictions that arose in the 90<sup>s</sup> of the XX century.

Considering the analysis of the content of the components of order, modern science has practically unlimited possibilities for the conquest of the universe by man. Along with science, through interaction with practice (industry, agriculture),



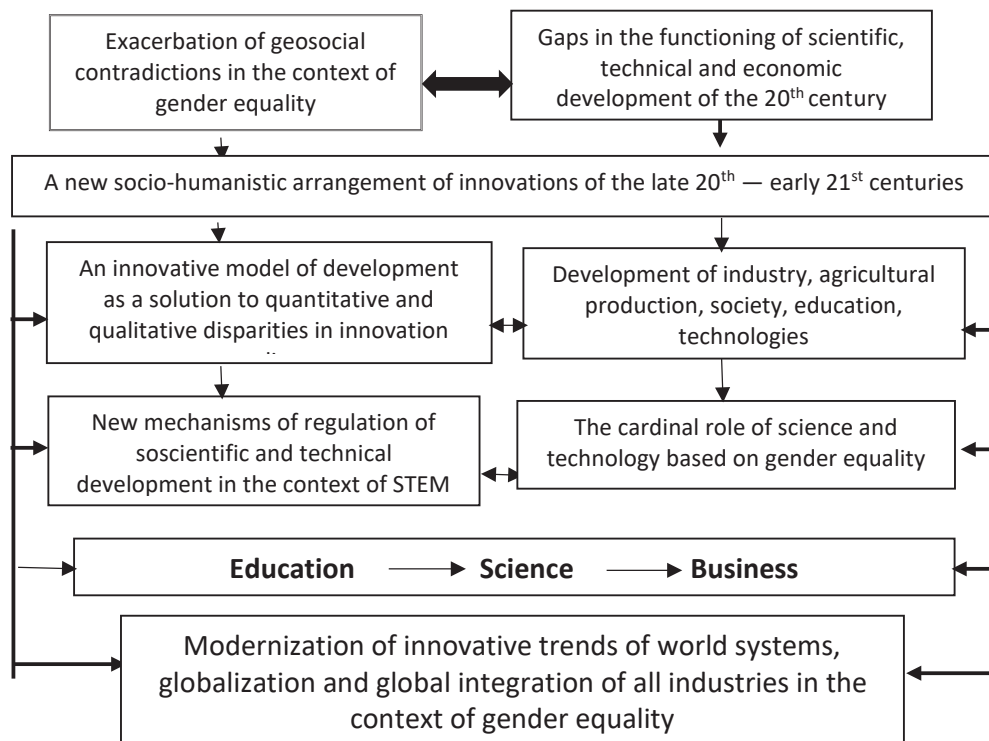


Fig. 2. Innovative social educational and scientific organization of the 21<sup>st</sup> century

technologies also develop. Evolutionarily, the development of science is generally different from the development of technology. Historically, since its inception, science had unrelated fields of knowledge scattered in natural philosophy. After the first industrial revolution, the unification of scientific disciplines into larger specialized associations, their differentiation: interdisciplinarity, cross-disciplinarity, transdisciplinarity, etc.

The development of engineering and technology over a long period of time contributed to important discoveries, the progress of a separate industry, and then the system of industries, and their integration. Thanks to the acceleration of science and technology, the market economy has practically penetrated into all areas of society, it is possible to observe the intersection in time of a number of waves of the scientific and technical revolution, the generation of new mechanisms for regulating socio-economic and scientific and technical development, the modernization of the leading economic and social systems of the world, globalization and world integration of all fields, in particular science and education, but there is always an anticipatory development of the latest knowledge in relation to technology.

According to the model of the interaction of notification and servicing processes (sources of resources) in the chain of “science — innovative infrastructure — an innovative system of IofHE” [15], innovativeness is a defining characteristic of any modern processes, namely: scientific and technical, production, socio-economic, social. The transition to the innovative development of HE has a decisive socio-economic and humanistic significance since the main attention belongs to the processes of transforming a person from an agent of scientific, technical and social progress to his real subject, the deployment of a person’s creative potential and its realization [15].

Comparative research of the components of the global competitiveness index (Global Competitiveness Index) of Ukraine according to the data of the World Economic Forum for 2019–2020 confirms that Ukraine ranks 81<sup>st</sup> out of 137 countries, the highest place in which the component of HE in Ukraine is 35<sup>th</sup> place among 137 countries of the world [16].

One of the innovations in modern global education is STEM. We consider the main essence of the STEM concept, STEM competencies, and STEM-technologies as a means of teaching physics.

STEM-education forms a complex of certain qualities for the acquirer / acquirer of education, namely: critical thinking, creativity skills, teamwork, engineering and programming abilities. Achieving the corresponding goal in teaching physics, mathematics and professional technical disciplines can be achieved by integrating STEM-disciplines through interdisciplinary education and research activities [17, pp. 16–33], which requires the introduction of new methodological approaches and STEM-tools in their teaching methods.

**Justification of the creation of a gender-sensitive environment based on STEM-education.** Ensuring the innovative orientation of education should be carried out by creating innovative educational structures taking into account gender equality, reforming the education system taking into account the requirements of European standards and preserving cultural and intellectual national traditions, implementing educational programs aimed at fostering creative thinking and a positive attitude towards innovations (use of STEM-technologies).

Innovation according to the interpretation of I. Bohdanova according to the principle of innovative potential [18]: improvements related to modification, rationalization, and modernization; radical innovations related to the transformation of the traditional system into an alternative one; complex innovations covering elements of improvement and transformation.

In our research, we will identify the signs of innovations that are characterized by their scale

in the education system and the innovativeness of their potential: 1) at the macro level, the transformation of innovations takes place, which leads to radical changes and conditions the renewal of the entire system; 2) at the meso level, staffing takes place according to the main directions of interrelated innovations in each component of the education system: preschool, general secondary, extracurricular, professional, higher education, postgraduate; 3) improvement, i. e., modernization, modification, and rationalization of the traditional pedagogical process take place at the micro level, which determines the locality or singularity of unrelated innovations, i. e., changes that lead to elemental modifications.

The dynamics of changes in the admission of subjects of study according to the directions of STEM education are shown in figure 3, which shows the percentage of study subjects in Ukraine who chose technical and engineering disciplines during 2007–2015. The average decrease in admissions for STEM education has decreased by 25% in recent years [12; 19]. This is because the majority of applicants have low knowledge of physics and choose other subjects to confirm the quality of their knowledge for admission to technical IofHE.

In general, at the beginning of the 2020/2021 academic year, 1,141,900 people studied in IofHE, of which 53.2% were women. Accordingly, the index of gender parity among students of universities, academies and institutes were 1.135. The highest values of the index were observed

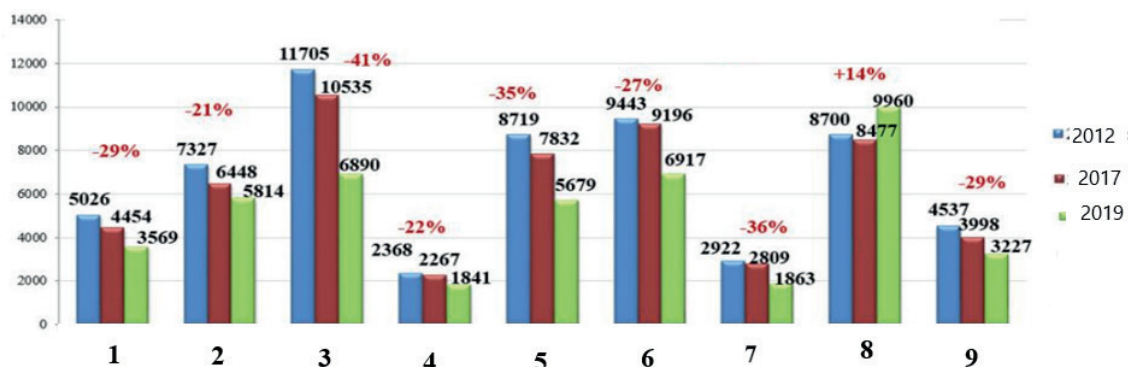


Fig. 3. Dynamics of admission of study subjects to physics, mathematics and engineering and technical specialties of IofHE in the areas of STEM-education: 1 — Energy; 2 — Electronics; 3 — Natural and physics sciences; 4 — Mineral development and surveying; 5 — Mechanical engineering and metallurgy; 6 — Agricultural production; 7 — Transport and Construction; 8 — IT sphere; 9 — Chemical and biotechnology [12]

for such areas of training as journalism (4.166), humanities (4.009), biology (3.893), culture and art (3.040), social work (3.440), health care (2.864), service (2.740) and education/pedagogy (2,550).

According to the list of 2015, approved by the Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated April 29, 2015, No. 266 "On approval of the list of fields of knowledge and specialities for which higher education candidates are trained" of the gender parity index are typical for such areas of training as electrical and mechanical engineering (0.100 and 0.113, respectively), electronics and telecommunications (0.145), automation and instrumentation (0.162), and transport (0.164). Compared to the 2016/2017 academic year, the distribution of women among students in the following fields of knowledge has changed significantly: law (from 46.8% in 2016/2017 to 56.4% in 2020/2021); maths and statistics (from 44.9% to 39.5%, respectively); civil security (from 25.8% to 44.4%).

At the same time, experts predict an increase in the number of graduates in STEM-education by 2020 [19], which is due to an integrated approach to teaching physics and professional disciplines using modern teaching tools (3-D printers, educational robotics, artificial intelligence, etc.). The types of innovations based on the relationship to tradition are as follows: renewal of goals, the content of education, methods, means, technologies, forms of organization, styles of the pedagogical activity, and management of the pedagogical process.

STEM-education was covered in their scientific research by a glossary of the main terms of STEM-education was outlined by scientist N. Honcharova [20]; aspects of interdisciplinarity and transdisciplinarity are defined in the scientific works of O. Stryzhak [21]; professor I. Slipukhina [22] established the didactic features of STEM education, etc.

Achieving pedagogical goals is possible only in the conditions of functioning of the appropriate environment. The definition of "environment" is diverse in its interpretation.

The academic explanatory dictionary of the Ukrainian language [23] defines the environment is 1) matter, bodies that fill some space and have certain properties; 2) sphere; 3) a set of natural conditions in which the vital activity of any organism takes place; 4) social and domestic conditions in which a person lives; environment; 5) a set of

people connected by common living conditions, occupations, and interests.

The encyclopedic dictionary [24] interprets the concept of "environment" as the social, material, and spiritual conditions of a person's life and activity. The environment in a broad sense (macro-environment) covers the economy, public institutions, public consciousness and culture. The social environment in the narrow sense (micro-environment) includes a person's immediate environment — family, work, education and other groups.

Consider the educational and training environment.

D. Kostyukevich considers the educational environment as an organized environment, the components of which are designed to contribute to the achievement of the goals of the educational process [25].

In particular for our research identified the following main types of educational environments:

1) dogmatic educational environment — promotes the development of passivity and dependence of the subject of learning on the reproductive level of mental activity in classes, in particular, physics;

2) career educational environment — promotes the development of the student's activity and dependence on the subjective and objective influence on the motivation of studying a subject;

3) carefree educational environment — promotes free development and conditions the passive life position of the subject of education about real reality;

4) creative educational environment — promotes the free and motivated development of an active subject of learning to acquire subject competence.

When creating a high-quality modern educational environment in physics, several ambiguities arise, the elimination of which can contribute to targeted research in this direction. In particular, researchers A. Gurzhii, Y. Zhuk, V. Volynskiy [26] note that to increase the effectiveness of the process of forming an educational environment, it is necessary to fulfil the following requirements, which we take into account when creating a STEM-environment:

- improvement of the material and technical base of institutions of higher education in the technical field of research;

- development of organizational and pedagogical prerequisites for the effective use of teaching aids, including modern information and communication aids and digital equipment;
- development of methods of effective use of STEM-learning tools;
- the creation of a reliable delivery system for STEM learning tools and necessary equipment in the process of teaching physics;
- the creation of an information bank of data on the development and implementation of STEM-means of technology in the process of teaching natural and scientific disciplines in institutions of higher education of a technical direction;
- the creation of a financing program for the development of modern STEM tools.

In connection with the global trend towards the development of cloud technologies, artificial intelligence, 3-D and 4-D printing, and virtual reality, demand for specialists in these fields is expected in 2023 [27; 28].

More and more heads of educational institutions (vocational education, higher education) and innovative centers of IofEH are aware of the need for such knowledge, and most importantly, they are looking for additional funding (grants, project activities) to provide STEM-learning tools.

On this basis, the specific pedagogical goals of forming a gender-sensitive environment based on STEM-education for IofHE are outlined:

1) development of the creative potential of those who study; development of abilities for communicative actions; development of experimental and research skills, which is an integral part of the development of STEM education;

2) intensification of the educational process in IofHE, increasing its efficiency and quality in teaching physics, mathematics and vocational-technical disciplines based on STEM-education;

3) implementation of a social order conditioned by the information of modern society, gender equality in this subject area and training of users using STEM-education.

Thus, summarizing the analysis of research by leading scientists, they do not single out the concept of a gender-sensitive environment based on STEM education (*Fig. 4*).

In our opinion, a gender-sensitive environment includes the following components: simulation (educational physics experiment, cloud technologies), professional and transdisciplinary components and

STEM-methods. The gender approach in HE should pass through all institutional levels and be based on the principles of fundamentalization, gender equality and a professional-oriented approach. Let's consider the individual components of our proposed model of a gender-sensitive environment based on STEM-education:

- modelling — a method of scientific knowledge, that considers the structure and study of models of real objects and phenomena from physics, mathematics and professional-technical disciplines (mathematical modelling, the model and the original have different physical nature and are described by the same mathematical equations);
- a physics experiment allows you to observe the results given by the initial conditions. A real experiment does not always allow for obtaining all the data of the process under investigation. In the context of the introduction of modern STEM-technologies and information and communication technologies into the educational process of IofHE, the model experiment becomes important;
- a model experiment is used when a real physics experiment is difficult or impossible to set up. The combination of model computer and real experiments allows us to: demonstrate the physics phenomena being studied, thereby creating the necessary experimental base for their study, illustrate the laws and regularities established in science in a form accessible to the subjects of education, make their content understandable, to increase visibility in learning phenomena and processes, which in turn will ensure the comprehensive formation of a gender-sensitive environment on the basis of STEM-education;
- cloud technologies we consider such as models that allow fast search, processing, operational use and storage of information. In our study, the term "cloud" is understood as a source of information, a server, a network where data and programs are stored, connecting the user via the Internet to any access point.
- professional training of a qualified specialist is an integral component of a gender-sensitive environment based on STEM-education, as the subject of study who acquires a physical and mathematical or engineering and technical education must obtain the final result, namely:

- to be able to find non-standard, effective solutions to scientific, industrial, social and other problems, relying on basic theoretical knowledge and on obtaining practical skills of personal research activities in the teaching of physical, mathematical and professional-technical disciplines;
- to feel the need for constant, systematic replenishment and updating of acquired knowledge in physics, engineering, and technical direction, without stopping the process of self-improvement, self-education and self-study throughout life;
- to rethink and apply the necessary information from various sources in practical activities.

The *transdisciplinary component* is considered in the process of studying individual

topics, sections, natural and scientific disciplines, in particular physics and disciplines of the professional field of study, reflecting the scientific, engineering and mathematical component of STEM-education, in particular taking into account gender equality.

The components of a gender-sensitive environment on the basis of STEM-education are interdependent, systemically united and determined general goals of the educational process of higher education. A change in the quality of these components causes a change in the quality of the gender-sensitive environment.

The structure of the gender-sensitive environment proposed by us based on STEM-education (Figure 4) depends on the psychological and

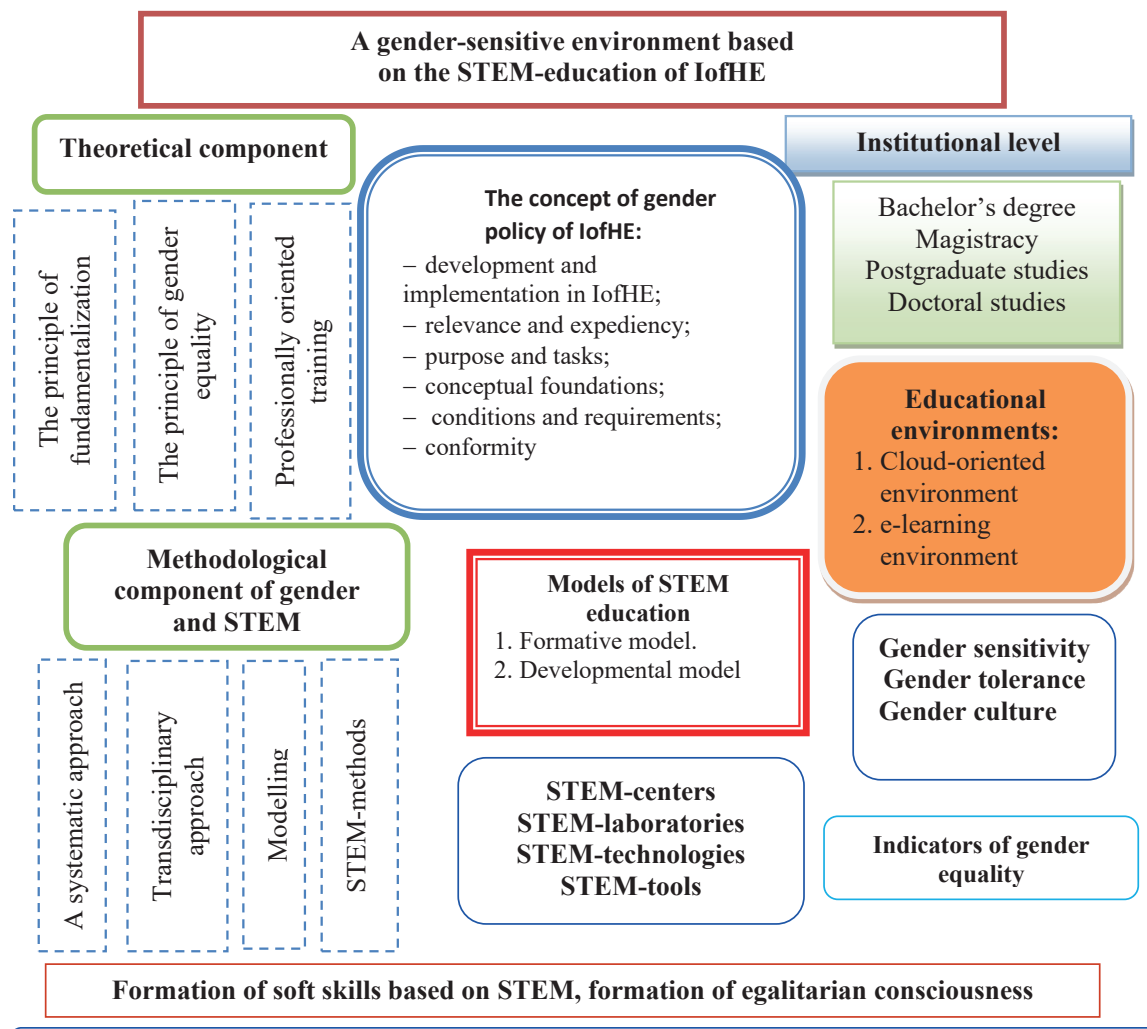


Fig. 4. A model of a gender-sensitive environment based on STEM-education

pedagogical factors of its use in the educational process of HEIs, namely:

1) motivation of the purposefulness of learning physical, mathematical and professional technical disciplines, provided that the subject of education is fully formed regarding the purpose of the experiment, stimulation of cognitive activity aimed at achieving the set goal based on STEM-technologies;

2) compliance with the didactic principles of transparency regarding methods and forms of experimental presentation of educational material in classes on physical and mathematical and professionally oriented disciplines based on STEM-technologies;

3) individualization of the learning process when performing a physical experiment based on STEM education technologies, which is based on transdisciplinary and systemic approaches;

4) ensuring openness in the selection of STEM tools for conducting a physical experiment;

5) creation of constant feedback between subjects of training, which makes it impossible to make mistakes when performing physical practice works using STEM-technologies;

6) the formation of new STEM skills, which involves the use of educational tools that should be aimed at the development of logical thinking.

The analysis of selected factors showed new qualities of the components of a gender-sensitive environment on the basis of STEM-education due to new qualities of the education system as a whole. For example, the use of transdisciplinary learning methods and relevant STEM tools helps students to develop extracurricular competencies: the ability to use communication tools, enter data into a computer, recognize messages generated by computerized systems, communicate with team members, formulate and prove for the information of fellow judges. They are important components of the general culture of a citizen of a digital society. It should also be noted here the depth of the problem and the differences between the gender-sensitive environment on the basis of STEM-education in rural and urban areas, but this issue is a separate research.

So, we outlined the concepts of the environment, the educational environment and identified a gender-sensitive environment on the basis of STEM-education, determined their place, main elements and structure, established the main

psychological and pedagogical factors to ensure the improvement of the quality of the formation of STEM skills, subjects of study taking into account modern trends in the development of physics and mathematics and vocational-technical education, taking into account gender equality.

**Conclusions and prospects for further explorations in this direction.** Thus, the analysis of scientific and practical experience on the problem of creating a gender-sensitive environment based on STEM education in higher education institutions made it possible to state that:

- the modern level of scientific and technical progress increases the importance of science, engineering, and technical components in the training of specialists based on STEM-education technologies, which requires: a transfer of the teaching process of physics-mathematics and professional-technical disciplines of HE to a much higher level, especially with the use of STEM-learning technologies to support and organize the cognitive and research activities of education seekers, taking into account the gender approach. The use of STEM-technologies as a means of learning in the teaching methodology of physics, mathematics and professional technical disciplines with a combination of transdisciplinary, systemic and professionally oriented approaches allows strengthening the professional orientation of the training of future HE specialists at a new level;
- taking into account the importance of fundamentalization as a didactic principle of designing the teaching content of physics and mathematics disciplines and vocational-technical disciplines in IofHE from the perspective of the paradigm of STEM-education, transdisciplinary, systemic and professionally oriented approaches and the fundamentalization of the content of physics teaching, the theoretical and methodological principles of teaching are substantiated taking into account approach of gender equality based on STEM-education technologies;
- a model of a gender-sensitive environment based on the principles of STEM-education has been created, which will increase the level of knowledge of students in the process of learning physics, mathematics and professional-technical disciplines. The formation of a gender-sensitive environment based on the principles of STEM-education is because such an environment

- is a special means of forming the executive, search and creative abilities of education seekers, as well as a tool for performing managerial functions to achieve the goals of physics, mathematics and vocational education;
- in the process of ascertaining the stage of pedagogical research, the presence of identified contradictions, summarized in the introduction, was confirmed, which gave grounds for the formation of the theoretical and methodological foundations of teaching physics and mathematics and professional-technical disciplinary principles of STEM-education with the training of highly qualified specialists in HE, which ensures the activation of cognitive activity education recipients taking into account gender equality. It was determined that the intellectualization of knowledge and technologies motivates the youth of the new generation to master the knowledge and STEM-technologies in the context of a gender approach;
  - the results of the conducted comparative experiment to identify the effectiveness of the proposed method of teaching physics based on STEM-technologies showed that the level of formation of physics knowledge, abilities and skills of students in the control groups is lower than the corresponding level in the experimental groups. The critical value  $\chi^2$  determined according to the table for the level of significance accepted in pedagogical research is  $\alpha = 0,05$ ;  $\chi^2_{cr} = 12,59$ ,  $\chi^2_{ex} = 13,3$  i. e.  $\chi^2_{ex} > \chi^2_{cr}$  and based on the Kolmogorov — Smirnov criterion leads to the conclusion,  $T_{ob} > W_{1-\alpha}$  i. e. ( $0.035 > 0.0003$ ), that is why the developed method of studying physics, mathematics and engineering-technical disciplines based on STEM-technologies is more effective than the existing one.

## References

1. The Global Gender Gap Report. (2018). Retrieved from <https://www.weforum.org/publications/reader-global-gender-gap-report-2018/in-full/>
2. García-Holgado, A., & García-Peñalvo, F. J. (2022). A Model for Bridging the Gender Gap in STEM in Higher Education Institutions. *Lecture Notes in Educational Technology* (pp. 1–19). Singapore : Springer. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-981-19-1552-9\\_1](https://doi.org/10.1007/978-981-19-1552-9_1).
3. Ballatore, M. G., Borger, J. D., Misiewicz, J., & Tabacco, A. (2020). ANNA tool: A way to connect future and past students in STEM. *IEEE Revista Iberoamericana De Tecnologias Del Aprendizaje*, 15 (4), pp. 344–351. DOI: <https://doi.org/10.1109/RITA.2020.3033231>.
4. Borsotti, V. (2018). Barriers to gender diversity in software development education: actionable insights from a Danish case study. *Proceedings of the 40th ACM/IEEE International Conference on Software Engineering: Software Engineering Education and Training ICSE-SEET 2018*, pp. 146–152. DOI: <https://doi.org/10.1145/3183377.3183390>.
5. Kang, J., Hense, J., Scheersoi, A., & Keinonen, T. (2019). Gender study on the relationships between science interest and future career perspectives. *International Journal of Science Education*, 41 (1), pp. 80–101. DOI: <https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1534021>.
6. Nguyen, U., & Riegler-Crumb, C. (2021). Who is a scientist? The relationship between counter-stereotypical beliefs about scientists and the STEM major intentions of Black and Latinx male and female students. *International Journal of STEM Education*, 8 (1). DOI: <https://doi.org/10.1186/s40594-021-00288-x>.
7. Cadaret, M. C., Hartung, P. J., Subich, L. M., & Weigold, I. K. (2017). Stereotype threat as a barrier to women entering engineering careers. *Journal of Vocational Behavior*, 99, pp. 40–51. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jvb.2016.12.002>.
8. García-Holgado, A., Vázquez-Ingelmo, A., Verdugo-Castro, S., González, C. S., Sánchez-Gómez, M. C., & García-Peñalvo, F. J. (2019). Actions to Promote Diversity in Engineering Studies: a Case Study in a Computer Science Degree. *2019 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*. DOI: <https://doi.org/10.1109/EDUCON.2019.8725134>.
9. García-Holgado, A., González-González, C. S., & Peixoto, A. A. (2020). A Comparative Study on the Support in Engineering Courses: a Case Study in Brazil and Spain. *EEE Access: Practical Innovations, Open Solutions*, 8 (pp. 125179–125190). DOI: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3007711>.
10. Makarova, E., Aeschlimann, B., & Herzog, W. (2019). The Gender Gap in STEM fields: The Impact of the Gender Stereotype of Math and Science on Secondary Students' Career Aspirations [Original research]. *Frontiers in Education*, 4 (60). DOI: <https://doi.org/10.3389/feduc.2019.00060>.
11. Proiekt Stratehii reformuvannia vyshchoi osity do 2020 roku [Project of the Higher Education Reform Strategy until 2020]. Retrieved from <https://ips.ligazakon.net/document/NT1109> [in Ukrainian].
12. The foresight of the economy of Ukraine: medium-term (2015–2020) and long-term (2020–2030) time horizons (Revised Edition). Retrieved from <http://wdc.org.ua/en/node/182604>
13. Chernetskyi I., Polikhun N., & Slipukhina, I. (2017). Mistse STEM-tekhnohii navchannia v osvittii paradyhmi XX stolittia [The place of STEM learning technology in the educational paradigm of

- the 21st century]. *Naukovi zapysky Maloi akademii nauk Ukrainy. Seriya: Pedagogichni nauky — Scientific notes of Junior Academy of Sciences of Ukraine. Series: Pedagogical sciences*, 9, 50–62 [in Ukrainian].
14. Chomphuphra, P., Chaipidech, P., & Yuenyong, Ch. (2018). Trends and Research Issues of STEM Education: A Review of Academic Publications from 2007 to 2017. *Journal of Physics: Conference Series, International Annual Meeting on STEM Education (I AM STEM)*, 1340, 1–10. Retrieved from: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1340/1/012069/pdf>
  15. Kuzmenko, O., Dembitska, S., Miastkovska, M., Savchenko, I., & Demianenko, V. (2023). Onto-oriented Information Systems for Teaching Physics and Technical Disciplines by STEM-environment. *International Journal of Engineering Pedagogy (IJEP)*, 13 (2), 139–146. DOI: <https://doi.org/10.3991/ijep.v13i2.36245>.
  16. The Global Competitiveness Report 2017–2018 WEF. Retrieved from: <https://www.weforum.org/reports/the-global-competitiveness-report-2017-2018/>
  17. Stryzhak, O. Ye., Slipukhina, I. A., Polikhun, N. I., Chernetskyi, I. S. (2017). STEM-osvita: osnovni definitsii [STEM education: basic definitions]. *Informatsiini tekhnologii i zasoby navchannia — Information technologies and teaching aids*, 62 (6), 16–33. Kyiv [in Ukrainian].
  18. Bohdanova, I. M. (2000). *Pedagogichna innovatyka [Pedagogical innovations]*. Odesa : TES [in Ukrainian].
  19. National Technology Pact 2020. (n. d.). Retrieved from <https://open.overheid.nl/documenten/ronl-archieff-0d786671-796d-45c5-8e14-bb1654ddb37b/pdf>
  20. Honcharova, N. (2017). Poniatiino-katehoriialnyi aparat z problemy doslidzhennia aspektiv STEM-osvity [Conceptual-categorical apparatus on the problem of researching aspects of STEM education]. *Naukovi zapysky Maloi akademii nauk Ukrainy — Scientific notes of Junior Academy of Sciences of Ukraine*, 10, 104–114 [in Ukrainian].
  21. Stryzhak, O. Ye. (2016). Transdystyplinarnist navchalno-informatsiinoho seredovyscha [Transdisciplinarity of the educational and informational environment]. *Naukovi zapysky Maloi akademii nauk Ukrainy. Seriya: Pedagogichni nauky — Scientific notes of Junior Academy of Sciences of Ukraine*, 8, 13–28 [in Ukrainian].
  22. Polikhun, N. I., Slipukhina, I. A., Chernetskyi, I. S. (2017). STEM oriientovane navchannia yak pedagogichna problema [STEM-oriented learning as a pedagogical problem]. *Pedagogichni innovatsii: idei, realii, perspektyvy — Pedagogical innovations: ideas, realities, perspectives*, 2, 30–35 [in Ukrainian].
  23. Slovnyk ukrainskoi movy v 11 tomakh [Dictionary of the Ukrainian language in 11 volumes]. (n. d.). Retrieved from <http://sum.in.ua/> [in Ukrainian].
  24. USE (Universalnyi slovnyk-entsyklopediia) [UDE (Universal dictionary-encyclopedia)]. (n. d.). Retrieved from <http://slovopedia.org.ua/29/53392-0.html> [in Ukrainian].
  25. Kostiukevych, D. Ya., Kukh, A. M. (2006). *Metodychni zasady orhanizatsii osvitnoho seredovyscha z fizyky v zahalnoosvitnikh navchalnykh zakladakh [Methodological principles of the organization of the educational environment in physics in general educational institutions]*. Kamianets-Podilskyi : Abetka [in Ukrainian].
  26. Hurzhii, A. M., Zhuk, Yu. O., Volynskyi, V. P. (1997). *Zasoby navchannia [Teaching aids]*. Kyiv : IZMN [in Ukrainian].
  27. Dembitska, S., Kuzmenko, O., Savchenko, I., Demianenko, V., Hanna, S. (2024). Digitization of the Educational and Scientific Space Based on STEAM Education. *Lecture Notes in Networks and Systems*, 901 LNNS, (pp. 329–337).
  28. 8 tekhnologii, yaki mozhut perevernuty biznes (za versiieiu chleniv Rady molodykh pidpriyemtsiv YEC [8 technologies that can revolutionize business (according to members of the Council of Young Entrepreneurs YEC)]. Retrieved from <https://mind.ua/publications/20252326-visim-tehnologij-yakimozhut-perevernuti-biznes> [in Ukrainian].
  29. Biswas, S., Benabentos, R., Brewes, E. et al. (2022). Institutionalizing Evidence-Based STEM Reform through Faculty Professional Development and Support Structures. *International Journal of STEM Education*, 9, 36. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00353-z>.

#### Список використаних джерел

1. The Global Gender Gap Report. URL: <https://www.weforum.org/publications/reader-global-gender-gap-report-2018/in-full/>
2. García-Holgado A., García-Peñalvo F. J. A Model for Bridging the Gender Gap in STEM in Higher Education Institutions. *Lecture Notes in Educational Technology*. Singapore : Springer, 2022. Pp. 1–19. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-981-19-1552-9\\_1](https://doi.org/10.1007/978-981-19-1552-9_1).
3. Ballatore M. G., Borger J. D., Misiewicz J., Tabacco A. ANNA tool: A Way to Connect Future and Past Students in STEM. *IEEE Revista Iberoamericana De Tecnologias Del Aprendizaje*. 2020. Vol. 15. Issue 4. Pp. 344–351. DOI: <https://doi.org/10.1109/RITA.2020.3033231>.
4. Borsotti V. Barriers to gender diversity in software development education: actionable insights from a danish case study. *ICSE-SEET 2018 : Proceedings of the 40th ACM/IEEE International Conference on Software Engineering: Software Engineering Education and Training*. Gothenburg, Sweden (30 May — 1 June 2018). Pp. 146–152. DOI: <https://doi.org/10.1145/3183377.3183390>.



5. Kang J., Hense J., Scheersoi A., Keinonen T. Gender study on the relationships between science interest and future career perspectives. *International Journal of Science Education*. 2019. Vol. 41. Issue 1. Pp. 80–101.  
DOI: <https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1534021>.
6. Nguyen U., Riegle-Crumb C. Who is a scientist? The relationship between counter-stereotypical beliefs about scientists and the STEM major intentions of Black and Latinx male and female students. *International Journal of STEM Education*. 2021. Issue 8 (1).  
DOI: <https://doi.org/10.1186/s40594-021-00288-x>.
7. Cadaret M. C., Hartung P. J., Subich L. M., Weigold I. K. Stereotype threat as a barrier to women entering engineering careers. *Journal of Vocational Behavior*. 2017. Vol. 99. Pp. 40–51.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jvb.2016.12.002>.
8. Actions to Promote Diversity in Engineering Studies: a Case Study in a Computer Science Degree / A. García-Holgado et al. *2019 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, (8–11 April 2019, Dubai, UAE). IEEE, 2019.  
DOI: <https://doi.org/10.1109/EDUCON.2019.8725134>.
9. García-Holgado A., González-González C. S., Peixoto A. A Comparative Study on the Support in Engineering Courses: a Case Study in Brazil and Spain. *EEE Access: Practical Innovations, Open Solutions*. Vol. 8. Pp. 125179–125190. IEEE, 2020.  
DOI: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3007711>.
10. Makarova E., Aeschlimann B., Herzog W. The Gender Gap in STEM fields: The Impact of the Gender Stereotype of Math and Science on Secondary Students' Career Aspirations [Original research]. *Frontiers in Education*. 2019. Vol. 4 (60).  
DOI: <https://doi.org/10.3389/feduc.2019.00060>.
11. Проект Стратегії реформування вищої освіти до 2020 року. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/NT1109>
12. The foresight of the economy of Ukraine: medium-term (2015–2020) and long-term (2020–2030) time horizons. (Revised Edition). URL: <http://wdc.org.ua/en/node/182604>
13. Чернецький І., Поліхун Н., Сліпучіна І. Місце STEM-технології навчання в освітній парадигмі XXI століття. *Наукові записки Малої академії наук України. Серія: Педагогічні науки*. 2017. Вип. 9. С. 50–62.
14. Chomphuphra P., Chaipidech P., Yuenyong Ch. Trends and Research Issues of STEM Education: A Review of Academic Publications from 2007 to 2017. *Journal of Physics: Conference Series, International Annual Meeting on STEM Education (I AM STEM)*. 2018. Vol. 1340. Pp. 1–10. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1340/1/012069/pdf>
15. Onto-oriented Information Systems for Teaching Physics and Technical Disciplines by STEM-environment / O. Kuzmenko et al. *International Journal of Engineering Pedagogy (IJEP)*. 2023. Vol. 13. № 2. Pp. 139–146.  
DOI: <https://doi.org/10.3991/ijep.v13i2.36245>.
16. The Global Competitiveness Report 2017–2018. URL: <https://www.weforum.org/reports/the-global-competitiveness-report-2017-2018/>
17. Стрижак О. Є., Сліпучіна І. А., Поліхун Н. І., Чернецький І. С. STEM-освіта: основні дефініції. *Інформаційні технології і засоби навчання*. Київ, 2017. Т. 62. № 6. С. 16–33.
18. Богданова І. М. Педагогічна інноватика. Одеса : ТЕС, 2000. 148 с.
19. National Technology Pact 2020. URL: <https://open.overheid.nl/documenten/ronl-archief-0d786671-796d-45c5-8e14-bb1654ddb37b/pdf>
20. Гончарова Н. Понятійно-категоріальний апарат з проблеми дослідження аспектів STEM-освіти. *Наукові записки Малої академії наук України*. 2017. Вип. 10. С. 104–114.
21. Стрижак О. Є. Трансдисциплінарність навчально-інформаційного середовища. *Наукові записки Малої академії наук України. Серія: Педагогічні науки*. 2016. Вип. 8. С. 13–28.
22. Поліхун Н. І., Сліпучіна І. А., Чернецький І. С. STEM орієнтоване навчання як педагогічна проблема. *Педагогічні інновації: ідеї, реалії, перспективи*. 2017. Вип. 2. С. 30–35.
23. Словник української мови в 11 томах. URL: <http://sum.in.ua/>
24. УСЕ (Універсальний словник-енциклопедія). URL: <http://slovoedia.org.ua/29/53392-0.html>
25. Костюкевич Д. Я., Кух А. М. Методичні засади організації освітнього середовища з фізики в загальноосвітніх навчальних закладах : монографія. Кам'янець-Подільський : Абетка, 2006. 228 с.
26. Гуржій А. М., Жук Ю. О., Волинський В. П. Засоби навчання : навч. посіб. Київ : ІЗМН, 1997. 208 с.
27. Digitization of the Educational and Scientific Space Based on STEAM Education / S. Dembitska et al. *Lecture Notes in Networks and Systems*. 2024. LNNS, vol. 901. Pp. 329–337.
28. 8 технологій, які можуть перевернути бізнес (за версією членів Ради молодих підприємців YEC). URL: <https://mind.ua/publications/20252326-visim-tehnologij-yaki-mozhut-perevernuti-biznes>
29. Institutionalizing evidence-based STEM reform through faculty professional development and support structures / S. Biswas et al. *International Journal of STEM Education*. 2022. Vol. 9 (36).  
DOI: <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00353-z>.

О. С. Кузьменко,  
І. М. Савченко,  
В. Б. Дем'яненко,  
Т. М. Котенко

#### ФОРМУВАННЯ ГЕНДЕРНО ЧУТЛИВОГО СЕРЕДОВИЩА В ІННОВАЦІЙНІЙ ТРАНСФОРМАЦІЇ НАУКОВО-ОСВІТНЬОГО ПРОСТОРУ: АСПЕКТ STEM-ОСВІТИ

**Анотація.** В умовах воєнного стану створення гендерно чутливого середовища в закладах вищої освіти на основі STEM є актуальним завданням. Важливим аспектом науки та освіти на цей момент є створення сприятливих умов для суб'єктів навчання на основі інноваційної політики держави (наприклад, STEM, штучний інтелект, робототехніка тощо), а також забезпечення зворотного зв'язку між здобувачем вищої освіти і викладачем. Активізація проблеми гендерної складової, акцентування уваги на концепції нульової толерантності в системі підготовки кадрів економічного профілю та розроблення нової методології побудови гендерно чутливого середовища в цій сфері забезпечать цілісність процесу формування інтелектуального потенціалу жінок і чоловіків, що є основною метою авторського дослідження. Це спрямовано на раціональність організації навчання здобувачів освіти в закладах вищої освіти з урахуванням гендерних аспектів на основі STEM. У дослідженні автори окреслили контекстуальні рівні та протиріччя щодо формування гендерно чутливого середовища, зокрема: контекст потреб суспільного устрою (з урахуванням рівності прав жінок і чоловіків); контекст потреб у науці (педагогічні, інженерні, технічні, юридичні, фізико-математичні дисципліни) з урахуванням трансдисциплінарності та аспектів STEM-освіти; контекст потреб педагогічної практики (розроблення та впровадження інноваційних підходів у гендерно чутливому середовищі стосовно формування soft skills суб'єктів освіти, здатних впроваджувати STEM-технології в освітній процес). Метою дослідження є наукове обґрунтування, концептуалізація та розвиток гендерно чутливого середовища закладів вищої освіти на основі STEM. Об'єктом дослідження є освітній процес у закладах вищої освіти. Предметом дослідження є теоретико-методологічне обґрунтування доцільності формування та розвитку гендерно чутливого середовища закладу вищої освіти на основі STEM.

**Ключові слова:** гендерно чутливе середовище, STEM-технології, заклади вищої освіти, soft skills, аспект фізико-математичного напрямку.

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Kuzmenko O. S.** — D. Sc. in Pedagogy, Professor, Science Secretary of the Secretariat of the Academic Council, Donetsk State University of Internal Affairs, Kropyvnytskyi; Leading Researcher of the Department of Information and Didactic Modelling, NC "Junior Academy of Sciences of Ukraine", Kyiv, Ukraine, Kuzimenko12@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4514-3032>

**Savchenko I. M.** — PhD in Pedagogy, Senior Researcher, Science Secretary, NC "Junior Academy of Sciences of Ukraine", Kyiv, Ukraine, savchenko\_irina@ukr.net; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0273-9496>

**Demianenko V. B.** — PhD in Pedagogy, Head of the Department of Information and Didactic Modeling, NC "Junior Academy of Sciences of Ukraine", Kyiv, Ukraine, valentyana.demianenko@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8040-5432>

**Kotenko T. M.** — PhD in Economics, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Economics and Management, Cherkasy State Technological University, Cherkasy, Ukraine, kntu.inintex@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2037-7510>

#### ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРІВ

**Кузьменко Ольга Степанівна** — д. пед. наук, професорка, учена секретарка секретаріату Вченої ради, Донецький державний університет внутрішніх справ, м. Кропивницький; провідна наукова співробітниця відділу інформаційно-дидактичного моделювання, НЦ «Мала академія наук України», м. Київ, Україна, Kuzimenko12@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4514-3032>

**Савченко Ірина Миколаївна** — канд. пед. наук, старша наукова співробітниця, учена секретарка, НЦ «Мала академія наук України», м. Київ, Україна, savchenko\_irina@ukr.net; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0273-9496>

**Дем'яненко Валентина Борисівна** — канд. пед. наук, завідувачка відділення інформаційно-дидактичного моделювання, НЦ «Мала академія наук України», м. Київ, Україна, valentyana.demianenko@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8040-5432>

**Котенко Тетяна Миколаївна** — канд. екон. наук, доцентка, доцентка кафедри економіки та управління, Черкаський державний технологічний університет, м. Черкаси, Україна, kntu.inintex@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2037-7510>

Стаття надійшла до редакції / Received 30.05.2024

Є. Б. Шаповалов,  
Ж. І. Білик,  
В. Б. Шаповалов,  
І. С. Чернецький,  
Є. Ю. Пащенко

## СУЧАСНИЙ ВИМІР ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕДИЦІЙ: ДОСВІД МАНЛАБ ТА ОНТОЛОГІЧНА ОБРОБКА ДАНИХ

**Анотація.** У статті описано історію розвитку шкільних експедицій, організованих і проведених лабораторією «МАНЛаб» Національного центру «Мала академія наук України» в період із 2013 по 2023 рр. Протягом цього десятиліття було здійснено близько 20 експедицій у різні регіони України, серед них Київська, Закарпатська, Львівська, Волинська, Сумська, Тернопільська, Хмельницька, Чернівецька, Кіровоградська області та Автономна Республіка Крим. Експедиційний методологічний підхід МАНЛаб складається з трьох етапів: підготовчого, основного та завершального. На підготовчому етапі учні разом із педагогами обирають об'єкт дослідження в межах своєї місцевості, проводять попереднє вивчення літературних джерел і формують наукові питання. Основний етап охоплює виїзд на місцевість, де учні під керівництвом науковців МАНЛаб здійснюють польові дослідження, збирають зразки і дані, навчаються методів наукових досліджень, розвивають навички командної роботи, критичного мислення та міжособистісної комунікації. Завершальний етап полягає у підготовці та проведенні учнівської наукової конференції, на якій учні представляють результати своїх досліджень у вигляді доповідей та презентацій. Особливістю роботи МАНЛаб є застосування онтологічної обробки даних, що дає змогу систематизувати та структурувати отриману інформацію. Всі дані заносяться у розроблені шаблони для створення онтологій, що значно підвищує ефективність роботи з великими обсягами інформації та мінімізує ризик утворення «інформаційного сміття». Застосування модуля «Alternative» дає змогу інтегрувати онтологічні дані з геоінформаційними системами (ГІС), що забезпечує візуалізацію даних та створення інтерактивних карт, які допомагають у подальшому аналізі та прийнятті рішень. Отже, досвід МАНЛаб у проведенні навчальних експедицій і використанні онтологічної обробки даних сприяє розвитку наукового потенціалу учнів, їхньої здатності до дослідницької діяльності та навичок роботи із сучасними інформаційними технологіями.

**Ключові слова:** навчальні експедиції, польові дослідження, онтологічна обробка даних, геоінформаційні системи (ГІС), екологічні дослідження.

**Постановка проблеми.** Проблема організації і проведення навчальних експедицій у школах України стає дедалі актуальнішою в контексті сучасних освітніх реформ та інтеграції інноваційних підходів в освітній процес. Нині, коли великі глобальні корпорації наголошують

на необхідності розвитку м'яких навичок (soft skills) у майбутніх працівників, постає питання: як ефективно розвивати ці навички у школярів? М'які навички, як-от комунікативні здібності, критичне мислення, вміння розв'язувати проблеми, творчість, здатність працювати в команді

та управління проектами, є ключовими для успішної кар'єри в будь-якій галузі [1; 2].

Навчальні експедиції, як форма інтерактивного навчання, мають значний потенціал для розвитку м'яких навичок у школярів. Проте їх ефективна організація та проведення вимагають упровадження чіткої методології та використання сучасних технологій. Зокрема, підготовчий етап експедиції дає учням змогу формувати навички пошуку необхідної інформації в інтернеті, обговорення та формування наукових проблем. Основний етап сприяє розвитку навичок розв'язання проблем, творчості, роботи в команді та міжособистісної комунікації. Завершальний етап, зазвичай у формі учнівської конференції, також сприяє формуванню навичок міжособистісної комунікації та презентації результатів досліджень.

Одним із головних викликів є забезпечення систематизації та структурування великого обсягу інформації, зібраної під час експедицій. Традиційні підходи до обробки даних часто призводять до утворення «інформаційного сміття» і втрати важливих даних [3]. Необхідно розробити й упровадити ефективні методи обробки та аналізу даних, які дадуть змогу підвищити якість дослідницьких результатів і забезпечити їх інтеграцію із сучасними інформаційними системами. Зокрема, використання онтологічної обробки даних та інтеграція геоінформаційних систем (ГІС) дає змогу значно підвищити ефективність систематизації та візуалізації зібраних даних, що було продемонстровано в експедиціях, проведених МАНЛаб із 2013 по 2023 рр.

Іншою важливою проблемою є недостатній рівень розвитку навичок роботи із сучасними інформаційними та комунікаційними технологіями у школярів та педагогів. Упровадження онтологічної обробки даних та інтеграція ГІС в освітній процес потребує відповідної підготовки та навчання учасників експедицій.

З огляду на зазначені виклики, необхідно розробити комплексний підхід до організації навчальних експедицій, який охопить підготовчий, основний та завершальний етапи, а також ефективні методи обробки та візуалізації зібраних даних. Застосування такого підходу сприятиме розвитку наукового потенціалу школярів, їхньої здатності до самостійного дослідження та інтеграції із сучасними інформаційними технологіями.

#### Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Географічні та комплексні експедиційні дослідження завжди були надійним джерелом знань про природу. У минулі століття такі дослідження закінчувалися складанням карт, які й досі є цінним надбанням науки [4]. Тривають ці дослідження і в наші часи, доволі поширеними нині є етномузичні, океанографічні, гідрографічні, геоботанічні, екологічні експедиції [4; 5; 6]. Під час сучасних експедиційних досліджень використовують космічні знімки, наприклад: SENTINEL, MODIS, LANDSAT, QUICK BIRD та ін. із просторово-роздільною здатністю від декількох дециметрів до декількох сотень метрів, які мають значний потенціал у сенсі їх використання для вивчення багаторічної динаміки природних комплексів. Особливо популярні нині геоінформаційні системи ArcGIS та QGIS [7]. У педагогічній практиці шкільні експедиції набули великого поширення. Залежно від мети вони можуть бути класифіковані як:

- стаціонарні — збір первинних матеріалів в одному пункті;
- рухливі — відвідування декількох населених пунктів (або природних об'єктів) [6].

**Метою статті** є аналіз діяльності лабораторії «МАНЛаб» у проведенні навчальних експедицій із 2013 по 2023 рр.

**Методи дослідження.** Дослідження ґрунтується на комплексному підході до організації та проведення навчальних експедицій, що включає декілька етапів і застосування сучасних інформаційних технологій для збору, обробки та аналізу даних.

Збір даних під час експедицій здійснювався за допомогою різних інструментів, зокрема Google Sheets та Looker Studio. Використання цих платформ забезпечує зручність у збереженні даних та їх обміні між учасниками експедицій. Дані зберігалися у форматах .xls та .csv, що давало можливість зручно їх конвертувати й використовувати для подальшого аналізу.

Для систематизації та структурування зібраної інформації використовувалися інструменти Cognitive IT Polyhedron та Ontology Editor. Процес створення онтологій містив два основні кроки: формування структури ієрархії вузлів у форматі .xlsx і додавання числових та семантичних даних у форматі .csv. Ці файли завантажувалися в Ontology Editor, де генерувалася ієрархія вузлів. Отримані онтології завантажувалися

у сховище даних для подальшого використання та аналізу.

Для візуалізації та аналізу геопросторових даних використовувалися геоінформаційні системи (ГІС), зокрема ArcGIS. Ці системи дають змогу точно відобразити місця проведення експедицій і результати досліджень на карті, що сприяє глибшому розумінню просторових відносин та географічних особливостей досліджуваних об'єктів. Використання ГІС забезпечує можливість інтерактивного аналізу даних та створення детальних картографічних моделей [7].

Модуль «Alternative» використовувався для створення й обробки онтологій, які забезпечують фільтрацію та структурування інформації. Цей модуль допомагає створювати вузли графа, що містять семантичні дані, згруповані у класи та підкласи. Такий підхід дає змогу ефективно керувати великими обсягами даних і забезпечує швидкий доступ до необхідної інформації.

Для впорядкування й обробки зібраних даних були розроблені спеціальні шаблони, які дають змогу класифікувати інформацію за різними ознаками, як-от: «Тип інформації», «Напрямок», «Клас» та «Підклас». Ці шаблони полегшують процес аналізу даних і їх подальшу інтеграцію в загальну структуру дослідження. Використання шаблонів також сприяє підвищенню точності та узгодженості даних, що є критично важливим для наукових досліджень.

#### **Виклад основного матеріалу**

**Систематизація інформації про експедиції, проведені лабораторією «МАНЛаб».** Ідея досліджень на природі з'явилася у 2013 р., але спочатку вона стосувалася вивчення фізичних явищ: так на прикладі водоспаду Джур-Джур було досліджено й пояснено різницю температур на верхівці і біля підніжжя водоспаду. Того самого року було здійснено експедицію до Бахчисарайського менгіру (Автономна Республіка Крим), Бурун-Кая (Автономна Республіка Крим) і в Чинадієво (Закарпатська область). Починаючи із 2014 р., ідея отримала екологічне спрямування. Так у 2014 р. була здійснена перша екологічна експедиція до озера Джулин у Чернівецькій області, де екологічною проблемою був замор риби. Учні разом із науковцями визначили: причиною цього явища є підняття сірководню через карстові породи. Того самого року в рамках проекту «Моя аксіома нескінченності» була здійснена комплексна експедиція

до урочища Монастирище в Кіровоградській області. Фактично це була перша експедиція, під час підготовки до якої був застосований трансдисциплінарний підхід: учні працювали з мобільними лабораторіями «Cobra 4», «NOVA», здійснювали зйомку за допомогою відеокамер, досліджували хімічний склад води та видовий склад рослин за допомогою цифрових мікроскопів. Також використовували георадар, металолукач, тепловізійне устаткування, аналізатори радіоактивного фону та лічильник аеронів. При цьому вони досліджували природний об'єкт за методами різних наук, що є основою трансдисциплінарного підходу [8; 9].

Одним із пріоритетів під час проведення експедиційних досліджень є безпека вихованців. Тому експедиційне дослідження до селища Нечаївка Кіровоградської області (2014) було скасоване через підвищений радіаційний фон — 0,37 мкЗв/год. У 2015 р. було здійснено Кіровоградське коло, яке охоплювало: м. Кропивницький (досліджувалася вода із криниць — показники в нормі, але низький дебіт), селище Зелене (низький дебіт), селище Жовті води (старі кар'єри виявилися придатними для рекреації). Цього самого року результати цих досліджень були занесені до електронної онтолого-керованої бази. У 2016 р. було здійснено експедицію в м. Суми на р. Псел. Відхилень показників від стандартів України знайдено не було, але спостерігали різке падіння рівня води. У цьому самому році було здійснено Подільське коло: м. Старокостянтинів Хмельницької області (в зборах води виявили перевищення рівня  $Pb^{2+}$  у зв'язку з діяльністю заводу з переробки акумуляторів), Кам'янець-Подільський каньйон (аналіз води у р. Смотрич, відхилень від стандартів України знайдено не було), м. Заліщики Тернопільської області (аналіз води місцевих джерел, відхилень показників від стандартів України знайдено не було), також спостерігали різке падіння рівня води. І ще цього року було здійснено експедиційне дослідження до селища Глибоке Чернівецької області, де було досліджено хімічний склад місцевої водойми та грязьовий вулкан. У 2017 р. було здійснено експедицію до місця падіння Бовтиського метеорита. Доволі цікавою була експедиція у 2018 р. до Кочубеївських штолень у Кіровоградській області. Під час цієї експедиції була проведена апробація методик здійснення

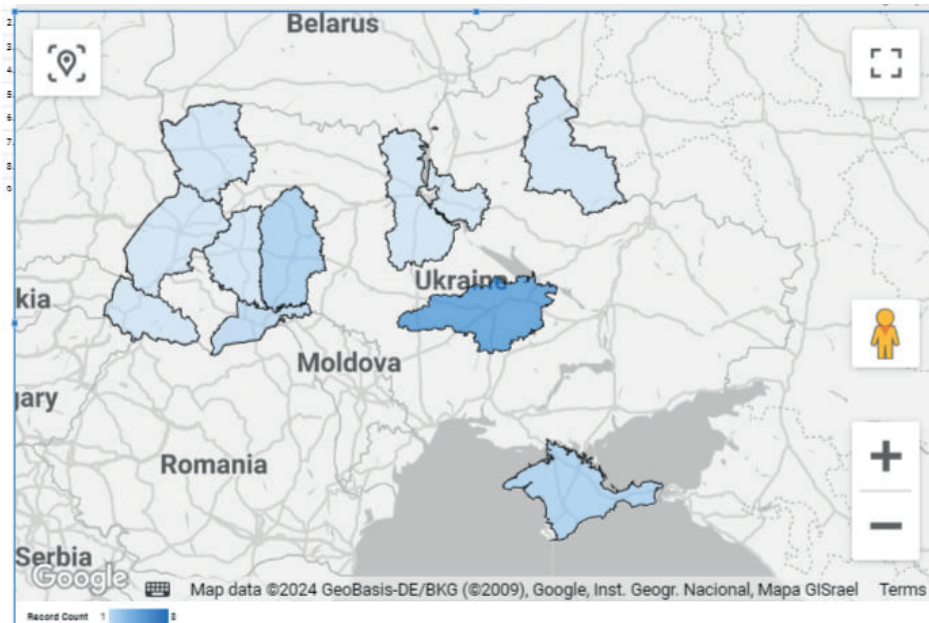


Рис. 1. Основні локації проведених експедицій

фітоценотичних досліджень та застосування Google Lens [10]. У цьому самому році було здійснено експедицію до м. Львова, де було показано інвазію іспанського рудого слимака в західні регіони України, й на Оконські джерела (Волинська область). У зв'язку з епідемією COVID-19 та повномасштабною військовою агресією росії у 2019–2022 рр. експедицій не було. У 2023 р. традицію було відновлено і здійснено експедицію до Лозоватських скель (Кіровоградська область) та с. Медвин (г. Тотоха) у Київській області. Основні локації, де відбувалися експедиції, представлені на рис. 1.

На сьогодні педагогічна технологія здійснення експедиції охоплює такі етапи: 1) підготовчий: учні закладу освіти визначають природний об'єкт, цікавий для дослідження, вивчають доступну інформацію про нього й визначають наукову проблему, яку в цьому контексті варто дослідити; 2) основний: заклад освіти робить запит на практичне дослідження об'єкта за допомогою експертів, обладнання та інструментів лабораторії «МАНЛаб», експертна група з обладнанням виїжджає на місце і проводить експериментальні дослідження разом з учнями; 3) завершальний: за підсумками експедиції проводиться учнівська конференція; учні готують тематичні дослідницькі проекти, які можна представити на всеукраїнських та міжнародних конкурсах.

У процесі реалізації підготовчого етапу учні формують такі м'які навички, як пошук необхідної інформації у мережі, вміння обговорювати, формулювати наукову проблему. Під час основного етапу формуються навички розв'язання проблем, творчість, вміння працювати у команді, формуються загальні знання, а також навички міжособистісного спілкування. Завершальний етап також сприяє формуванню навичок міжособистісного спілкування. Схематично етапи представлені на рис. 3.

Отже, на основі багаторічних педагогічних спостережень було доведено, що учнівські експедиції сприяють формуванню м'яких навичок.

**Онтологічні журнали як сучасний засіб структуризації інформації.** Нами розроблено підхід до застосування методів онтологічного моделювання для систематизації даних експедиційних досліджень. Для цього були визначені різні семантичні характеристики інформації, як от «Напрямок», «Клас», «Тип», «Підтип», що дає змогу швидко знаходити потрібну інформацію в галузі екології.

Наприклад, екологічне дослідження властивостей р. Дніпро було класифіковане за такими семантичними характеристиками:

1. Тип інформації: дослідження.
2. Напрямок: екологія.
3. Клас: гідроекологія.
4. Підклас: вивчення річки.

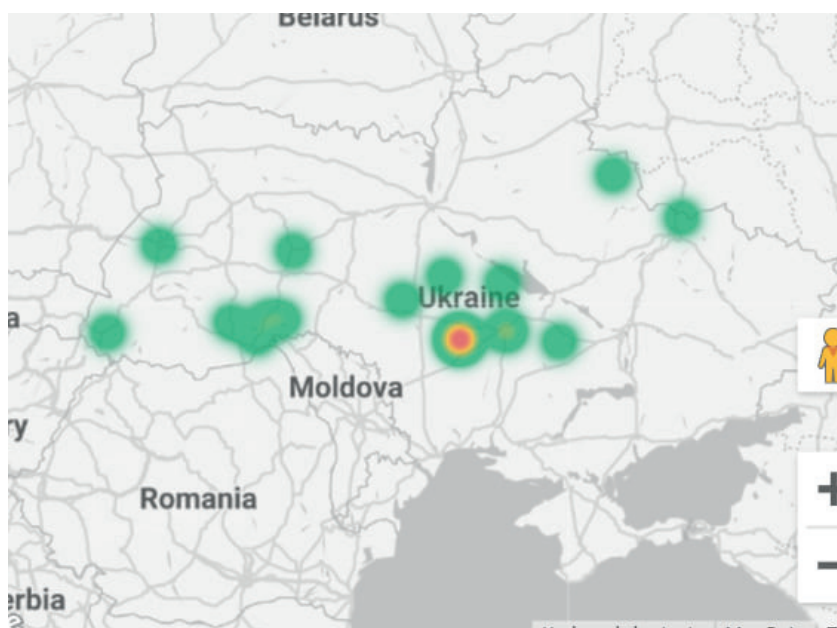


Рис. 2. Дані про місця, де проводились експедиції

Ця класифікація дає дослідникам змогу швидко знаходити необхідну інформацію в цій галузі екології. Інформацію також можна шукати за конкретними елементами, наприклад: «Концентрація хлорид-іонів у різних місцях річки».

Використання запропонованого підходу дало змогу створити шаблони, які потрібно заповнювати під час експедиційних досліджень, щоб інтегрувати результати досліджень різних груп в єдину базу даних. Описані нижче результати відображають ефективність цього підходу в кількох ключових аспектах.

Розроблені шаблони для генерування онтологій на основі експедиційних даних забезпечують зручну й ефективну систематизацію інформації. Впровадження цього підходу допомагає зменшити кількість «інформаційного сміття», яке виникає унаслідок неконтрольованого зростання обсягу науково-технічної інформації. Запропоновані шаблони дають змогу класифікувати інформацію за кількома ознаками, як-от: «Тип інформації», «Напрямок», «Клас», «Підклас» тощо, що суттєво полегшує пошук необхідних даних у відповідних галузях досліджень.

Результати досліджень засвідчили, що використання онтологічних шаблонів та геоінформаційних систем (ГІС) забезпечує ефективну систематизацію та візуалізацію даних експедиційних досліджень. Зокрема, на основі шаблонів було створено онтологічний журнал для аналізу

води, що містить основні інформаційні класи, як-от: рН, мінералізація, вміст хлоридів, сульфатів, свинцю, загального заліза, феруму (II), феруму (III) та міді. Ці дані представлені у вигляді електронної таблиці у форматі CSV, що дає змогу легко інтегрувати їх у загальну базу даних за допомогою інструментів Polyhedron (рис. 4).

Графи, побудовані за допомогою цього шаблону, дають змогу обробити дані з кількох точок відбору проб або від кількох груп в одній точці. Наприклад, в одному з наших досліджень чотири групи вимірювали якість води в одній точці вимірювання, за допомогою розробленого шаблону такі групи оперативно внесли дані до шаблону, а дані можна було доволі швидко об'єднати і згенерувати єдиний граф. Структурне відображення графа представлено на рис. 6.

Принцип розробленого нами комплексного підходу полягає в інтеграції онтологій із ГІС із значенням автора й часу проведення аналізу. Це забезпечує високу якість доступу до інформації, даючи змогу дослідникам та науковим установам створювати структуровані бази даних для різних досліджень. Завдяки такій систематизації даних на основі ГІС можна відображати пов'язані дані і знаходити закономірності, що стосуються координат розташування об'єктів дослідження. Подальший розвиток цієї системи дасть змогу накопичувати структуровану інформацію, яка не перетворюється на «інформаційне

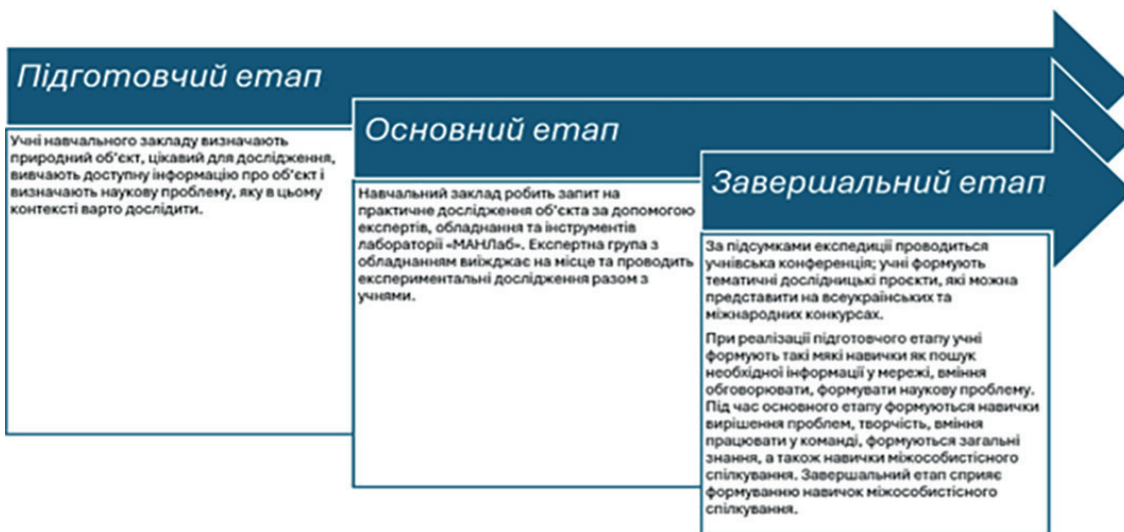


Рис. 3. Схематичне зображення етапів експедиції

сміття» [11]. Це охоплює вбудовування онтологій у точку на карті ГІС із зазначенням автора й часу проведення аналізу, чим забезпечується висока якість доступу до інформації.

Використання запропонованих онтологічних шаблонів допомагає дослідникам на всіх етапах наукового методу — від формулювання гіпотези до аналізу результатів експериментів [12]. Наприклад, під час проведення експериментів дослідники можуть використовувати

розроблені шаблони для систематичного запису даних, що значно спрощує подальший аналіз та інтеграцію отриманих результатів у загальну базу даних. Це дає змогу швидко знаходити необхідну інформацію і робити висновки щодо підтвердження або спростування гіпотез. Такі системи є важливими для розвитку екологічної експертизи та створення системи екологічної безпеки. У майбутньому вони можуть використовуватись як основний інструмент

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
1	nodepropertyess	pH	Cond.	Mineraliz	Hardness	Cl	SO4	Pb	Fe	(gener,	Fe(II)	Fe(III)
2												
3												
4												
5												
6	Graph's nodes names											
7	that equal to											
8	measurement places											
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												

Рис. 4. Зовнішній вигляд онтологічного журналу



для функціонування екомоніторингу, аналізу та прогнозування даних.

**Використання когнітивного інтерактивного онтологічного опитувальника для визначення інтересів учнів.** Під час експедицій нами застосовувалися й інші онтологічні інструменти. Одним із найбільш ефективних був когнітивний інтерактивний онтологічний опитувальник для визначення інтересів учнів.

Для сучасних наукових досліджень необхідна інтеграція інформаційних технологій в освітній процес. Прикладом такої системи є сайт Science Buddies. Проте він не задовольняє потреби у впровадженні в українських школах зокрема через те, що має англomовне походження і не відповідає навчальним програмам в Україні.

Що пропонує сайт Science Buddies для впровадження дослідницького підходу в освіті? Science Buddies — це інформаційна платформа дослідницьких робіт, які ранжуються на основі

попереднього анкетування учнів. Ранжування робіт залежить від інтересів учня, що є одним із чинників мотивації до виконання роботи. Українська платформа Ontology, що розробляється в НЦ «МАНУ», здатна виконувати необхідні функції і має інструменти ранжування (рис. 5).

Отже, стає можливою реалізація такої системи для задоволення потреб українських шкіл. Із метою структурування інформації було застосовано онтологічні підходи, які дають змогу реалізувати механізми ранжування. Структурування інформації здійснювалось як за характеристиками самих робіт, так і за їх структурою. Нами виокремлено **критерій напрямку**. Хоча в роботах використовується мультидисциплінарний підхід, можна виокремити основну спрямованість робіт: фізика, хімія, біологія, енергетика. Також було застосовано **критерій складності**, що передбачав визначення потреб у навичках, певних знаннях та уміннях від виконавця для

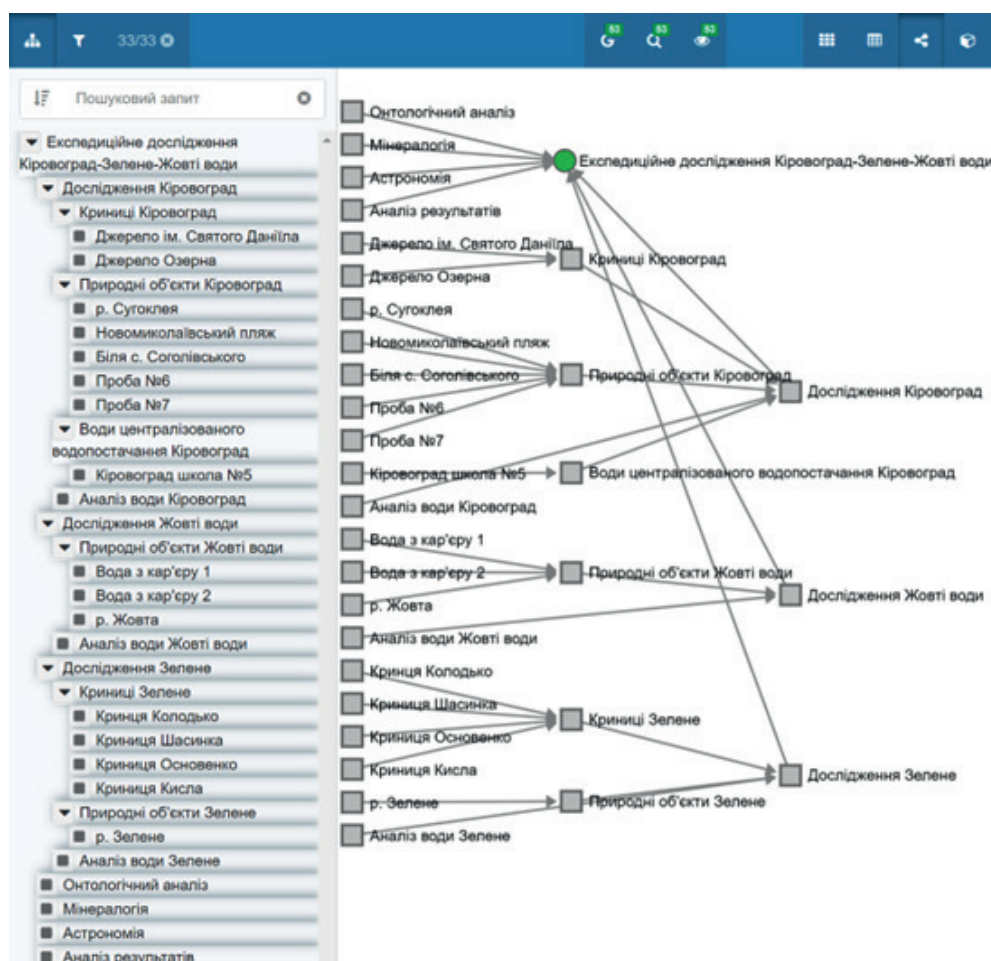


Рис. 5. Таксономічне представлення онтологічних графів навчальних експедицій

проведення роботи. Умовно роботи було розділено на такі рівні складності: низька, середня, висока. Також нами виокремлено **критерії доступності матеріалів, безпечності та часу**, необхідного для виконання робіт. Значення усіх цих критеріїв ми підібрали для кожного із проектів.

Для покращення візуалізації процесу підбору було розроблено спеціальні піктограми. Як структурні елементи роботи запропоновано застосовувати такі складові: анотація, попередня інформація, проведення дослідження, розвиток дослідження. Розділення матеріалу роботи на структурні частини дало змогу більш наочно показати перебіг проведення роботи і здійснити інтуїтивно зрозумілу навігацію по тексті. Проблема відсутності інформаційно-технічного забезпечення STEM-навчання може бути розв'язана через упровадження програмного забезпечення, що розробляється в НЦ «МАНУ». Такі інструменти використовувалися нами в експедиціях для визначення інтересів учнів

та адаптації матеріалів під їхні потреби. Система підбору STEM-проектів для визначення інтересів учнів представлена на рис. 7а, 7б.

**Висновки.** Отже, за 10 років проведення експедицій лабораторією «МАНЛаб» складено алгоритм їх проведення, який охоплює підготовчий, основний та завершальний етапи. Результати досліджень підтверджують ефективність сучасних інформаційних технологій для збору, обробки та аналізу даних. Зокрема, застосовування таких інструментів, як Google Sheets, Looker Studio, Cognitive IT Polyhedron та Ontology Editor. Особливу увагу приділено використанню онтологічної обробки даних, що дає змогу ефективно систематизувати та структурувати отриману інформацію. Розроблено спеціальні шаблони для створення онтологій, які значно полегшують процес аналізу та інтеграції даних. Інтеграція онтологічних даних із геоінформаційними системами (ГІС) забезпечує можливість візуалізації результатів

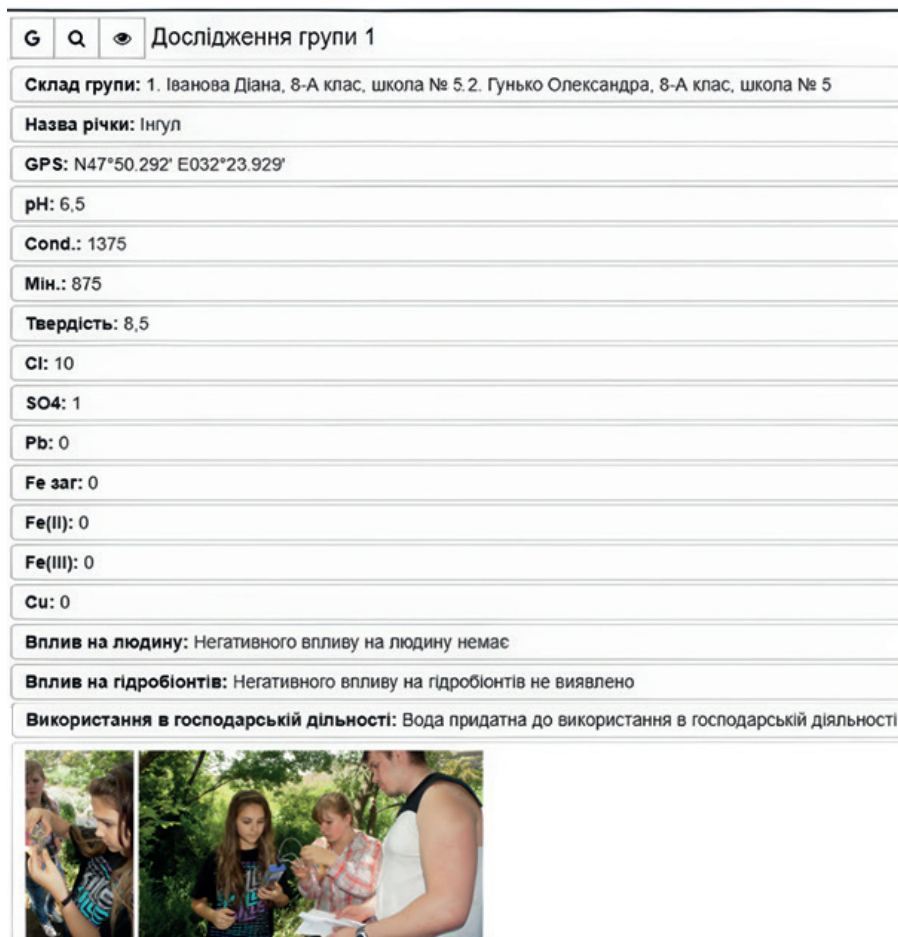


Рис. 6. Структурне відображення графа та інформаційної таблиці

досліджень на картах, що сприяє глибшому розумінню просторових відносин та географічних особливостей досліджуваних об'єктів. Цей підхід дає змогу максимально спростити доступ до необхідної інформації. Подальший розвиток цього підходу вбачаємо у розширенні географії експедицій, а також у розробленні спеціалізованого програмного забезпечення для полегшення процесу збору та аналізу даних безпосередньо під час польових досліджень.

**Список використаних джерел**

1. Щербак І. М. Індивідуальний підхід до формування професійних умінь і навичок майбутнього вчителя. *Засоби навчальної та науково-дослідної роботи*. 2012. № 37. С. 203–206.
2. Сердюк Г. Компетентнісний підхід у формуванні гнучких умінь (soft skills) як передумова професійного самовизначення учнів у наукових ліцеях. *Viae Educationis*. 2022. Т. 1. № 4. С. 82–91.
3. Приходнюк В. В., Стрижак О. Є. Онтологічна ГІС, як засіб впорядкування геопросторової інформації. *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*. 2017. Т. 2. Вип. 27. С. 167–174.
4. Новицька С. Р., Царик Л. П. Експедиційні дослідження Дністровських стінок. *Суспільство і природа: від минулого до майбуття (до 100-річчя від дня народження Миколи Чайковського)* : матеріали наук. конф., м. Тернопіль, 6 вер. 2022 р. Тернопіль : Тернопільський обласний краєзнавчий музей, 2022. С. 305–307.
5. Комплексні морські (річкові) експедиційні дослідження — важливий напрям розвитку науково-технічного потенціалу морегосподарського комплексу країни / М. Ф. Голодов та ін. *Геофізичний журнал*. 2019. Т. 41. № 5. С. 206–221.
6. Шнуренко Т. Етномузичне дослідження західної Черкащини — експедиційні та музичні розвідки. *Молодий вчений*. 2020. № 3 (79). С. 74–78. DOI: <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2020-3-79-17>.

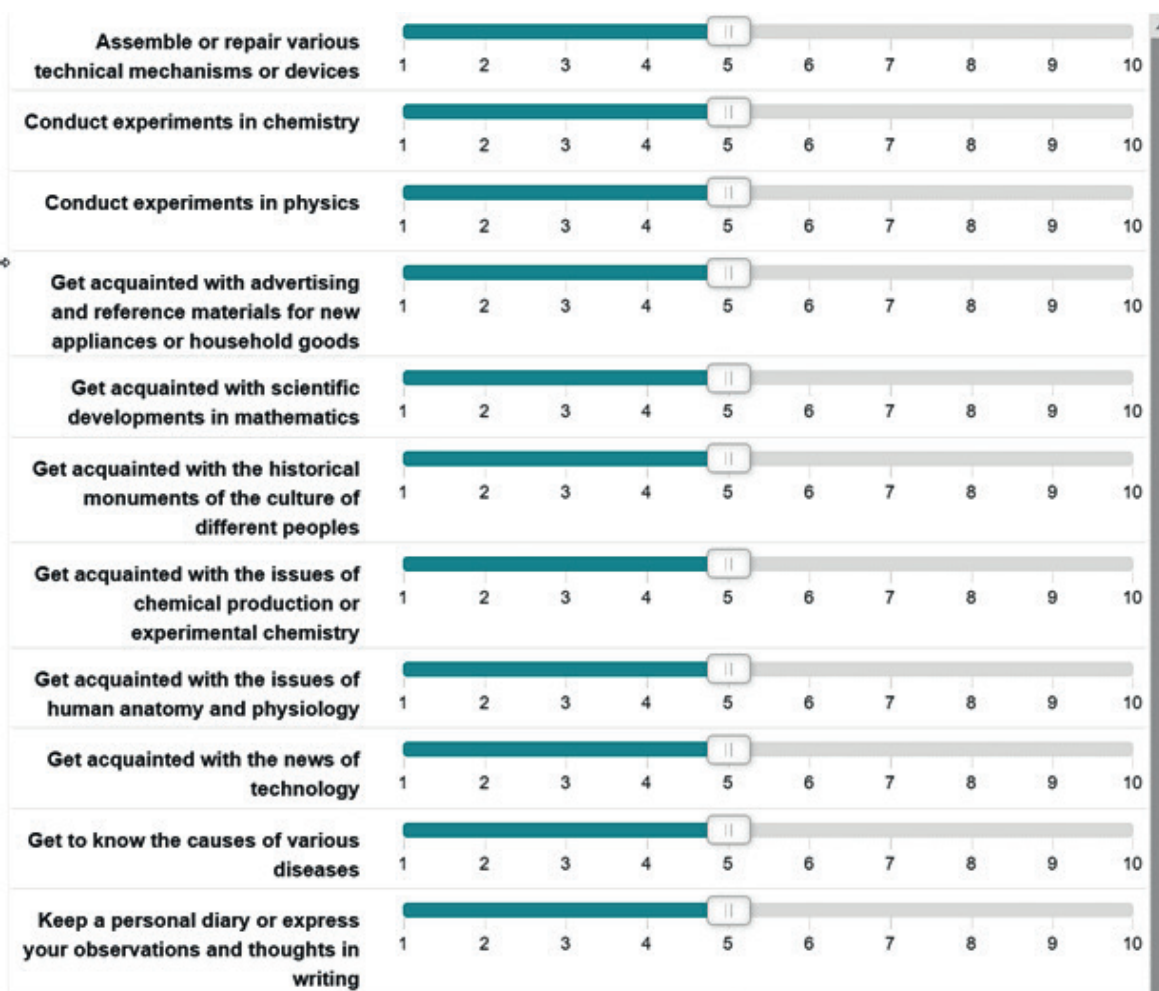


Рис. 7а. Інтерфейс введення запиту учня в системі підбору STEM-проектів

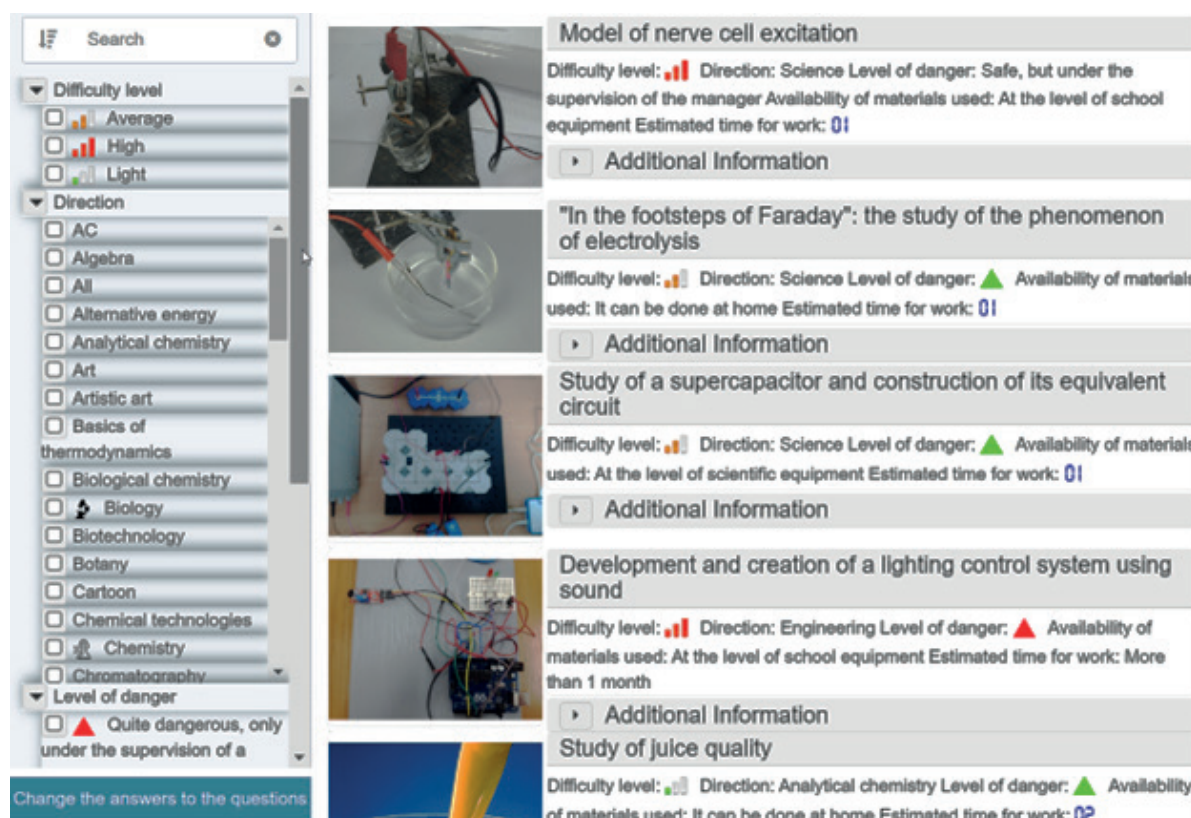


Рис. 7б. Результат системи підбору STEM-проектів для визначення інтересів учнів

7. Дистанційне зондування Землі: аналіз космічних знімків у геоінформаційних системах / С. Довгий та ін. Київ : Національний центр «Мала академія наук України», 2020. 268 с.
8. Шаповалов В. Б., Шаповалов Є. Б., Атамась А. І., Білик Ж. І. Інформаційні онтологічні інструменти для забезпечення дослідницького підходу у STEM-освіті. *Обдаровані діти — інтелектуальний потенціал держави* : матеріали X Міжнар. наук.-практ. конф. (3–10 липня 2017 р., м. Чорноморськ, Одеська обл.). Чорноморськ, 2017. С. 366–371.
9. Непша О. Походи і експедиції як форми проведення географічного краєзнавства в позаурочній роботі курсу географії. *Наукові дослідження та інновації в галузі суспільно-гуманітарних наук* : зб. матеріалів I Всеукр. наук.-практ. інтернет-конф., м. Мелітополь, 24 листоп. 2021 р. Мелітополь : ТДАТУ, 2021. С. 224–227.
10. Шаповалов В., Шаповалов Є., Білик Ж. Використання інструменту доповненої реальності Google Lens для забезпечення STEM-підходу на уроках біології у середніх загальноосвітніх закладах. *Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету*. Спецвип. 2019. С. 273–286.

11. Стрижак О. Є. Онтологічні інформаційно-аналітичні системи. *Радіоелектронні і комп'ютерні системи*. 2014. № 3. С. 71–76.
12. Dovgyi S., Stryzhak O. Transdisciplinary Fundamentals of Information-Analytical Activity. *Advances in Information and Communication Technology and Systems* / M. Ilchenko, L. Uryvsky, L. Globa (Eds.). MCT 2019. Lecture Notes in Networks and Systems. Springer, Cham. 2020. Vol. 152. Pp. 99–126.

#### References

1. Shcherbak, I. M. (2012). Indyvidualnyi pidkhyd do formuvannia profesiinykh umin i navychok maibutnoho vchytelia [An individual approach to the formation of professional abilities and skills of the future teacher]. *Zasoby navchalnoi ta naukovykh doslidnoi roboty — Means of educational and research work*, 37, 203–206 [in Ukrainian].
2. Serdiuk, H. (2022). Kompetentnisnyi pidkhyd u formuvanni hnuchkykh umin (soft skills) yak peredumova profesiinoho samovyznachennia uchniv u naukovykh litseiakh [A competent approach in the formation of soft skills as a prerequisite for the professional self-determination of students in scientific lyceums]. *Via Educationis*, 1 (4), 82–91 [in Ukrainian].

3. Prykhodniuk, V. V., & Stryzhak, O. Ye. (2017). Ontolohichna HIS, yak zasib vporiadkuvannya heopros-torovoi informatsii [Ontological GIS as a mean of organizing geospatial information]. *Nauka i tekhnika Povitrianykh Syl Zbroinykh Syl Ukrainy — Science and Technology of the Air Force of the Armed Forces of Ukraine*, 2 (27), 167–174 [in Ukrainian].
4. Novytska, S. R., & Tsaryk, L. P. (2022). Ekspedytsiini doslidzhennia Dnistrovskykh stinok [Expeditionary studies of the Dniester walls]. *Suspilstvo i pryroda: vid mynuloho do maibuttia — Society and nature: from the past to the future* : Proceedings of the Scientific Conference dedicated to the 100th anniversary of the birth of Mykola Tchaikovsky, (pp. 305–307). Ternopil : Ternopilskiy oblasnyi kraieznavchy muzei [in Ukrainian].
5. Holodov, M. F., Hordieiev, A. Yu., Popov, Yu. I., Fedoseienkov, S. H., Shchypytsov, O. A., & Shchypytsov, O. O. (2019). Kompleksni morskii (richkovi) ekspedytsiini doslidzhennia — vazhlyvyi napriam rozvytku naukovo-tekhnichnoho potentsialu morehospodarskoho kompleksu krainy [Complex marine (river) expeditionary research is an important direction in the development of the scientific and technical potential of the country's maritime complex]. *Heofizychnyi zhurnal — Geophysical journal*, 41 (5), 206–221 [in Ukrainian].
6. Shnurenko, T. (2020). Etnomuzychne doslidzhennia zakhidnoi Cherkashchyny — ekspedytsiini ta muzychni rozvidky [Ethnomusical study of Western Cherkasy region — expeditionary and musical investigation]. *Molodyi vchenyi — A young scientist*, 3 (79), 74–78 [in Ukrainian]. DOI: <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2020-3-79-17>.
7. Dovhyi, S., Babiichuk, S., Kuchma, T., Tomchenko, O., & Yurkiv, L. (2020). *Dystantsiine zonduvannya Zemli: analiz kosmichnykh znimkiv u heoinformatsiinykh systemakh* [Remote sensing of the Earth: analysis of space images in geoinformation systems]. Kyiv : Natsionalnyi tsentr “Mala akademiia nauk Ukrainy” [in Ukrainian].
8. Shapovalov, V. B., Shapovalov, Ye. B., Atamas, A. I. & Bilyk, Zh. I. (2017). Informatsiini ontolohichni instrumenty dlia zabezpechennia doslidnytskoho pidkholu u STEM-osviti [Information ontology tools to support a research approach in STEM education]. *Obdarovani dity — intelektualnyi potentsial derzhavy — Gifted children are the intellectual potential of the state* : Proceedings of the 10th International Scientific and Practical Conference, 366–371 [in Ukrainian].
9. Nepsha, O. (2021) Pokhody i ekspedytsii yak formy provedennia heohrafichnoho kraieznavstva v pozaurochnii roboti kursu heohrafii [Hikes and expeditions as forms of geographical local studies in the extracurricular work of the geography course]. *Naukovi doslidzhennia ta innovatsii v haluzi suspilno-humanitarnykh nauk — Scientific research and innovations in the field of social sciences and humanities* : Proceedings of the 1st All-Ukrainian Scientific and Practical Internet Conference, 224–227. Melitopol : TDATU [in Ukrainian].
10. Shapovalov, V., Shapovalov, Ye., & Bilyk, Zh. (2019). Vykorystannia instrumentu dopovnenoj realnosti Google Lens dlia zabezpechennia STEM-pidkholu na urokakh biolohii u serednikh zahalnoosvitnikh zakladakh [Using the augmented reality tool Google Lens to provide a STEM approach in secondary school biology classes]. *Vidkryte osvittie e-seredovyshe suchasnoho universytetu — Open educational e-environment of a modern university*. Special issue, 273–286 [in Ukrainian].
11. Stryzhak, O. Ye. (2014). Ontolohichni informatsiino-analitychni systemy [Ontological information and analytical systems]. *Radioelektronni i kompiuterni systemy — Radioelectronic and computer systems*, 3, 71–76 [in Ukrainian].
12. Dovgyi, S., Stryzhak, O. (2020). Transdisciplinary Fundamentals of Information-Analytical Activity. *Advances in Information and Communication Technology and Systems*. M. Ilchenko, L. Uryvsky, L. Globa (Eds.). MCT 2019. *Lecture Notes in Networks and Systems*, (Vol. 152), (pp. 99–126). Springer, Cham.

Ye. B. Shapovalov,  
Zh. I. Bilyk,  
V. B. Shapovalov,  
I. S. Chernetskyi,  
Ye. Yu. Pashchenko

#### MODERN DIMENSION OF EXPEDITIONS: MANLAB EXPERIENCE AND ONTOLOGICAL DATA PROCESSING

**Abstract.** The article describes the history of school expeditions organized and conducted by the MANLab laboratory of the National Centre “Junior Academy of Sciences of Ukraine” from 2013 to 2023. Over this decade, approximately 20 expeditions were carried out in various regions of Ukraine, including Kyiv, Zakarpattia, Lviv, Volyn, Sumy, Ternopil, Khmelnytskyi, Chernivtsi, Kirovohrad regions, and the Autonomous Republic of Crimea. The methodological approach

of MANLab expeditions consists of three stages: preparatory, main, and final. During the preparatory stage, students, together with teachers, select the research object within their locality, conduct a preliminary study of literary sources, and formulate scientific questions. The main stage includes field trips where students, under the guidance of MANLab scientists, conduct field research, collect samples and data, learn scientific research methods, and develop teamwork, critical thinking, and interpersonal communication skills. The final stage involves the preparation and holding of a student scientific conference, where students present the results of their research in the form of reports and presentations. A distinctive feature of MANLab's work is the application of ontological data processing, which allows for the systematization and structuring of the obtained information. All data are entered into developed templates for creating ontologies, significantly enhancing the efficiency of working with large volumes of information and minimizing the risk of "information clutter". The use of the "Alternative" module allows integrating ontological data with geographic information systems (GIS), ensuring data visualization and the creation of interactive maps that aid in further analysis and decision-making. Thus, MANLab's experience in conducting educational expeditions and utilizing ontological data processing promotes the development of students' scientific potential, their research capabilities, and skills in working with modern information technologies.

**Keywords:** educational expeditions, field research, ontological data processing, geographic information systems (GIS), ecological research.

#### **ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРІВ**

**Шаповалов Євгеній Борисович** — канд. техн. наук, старший науковий співробітник відділу створення навчально-тематичних систем знань, НЦ «Мала академія наук України», м. Київ, Україна, [sjb@man.gov.ua](mailto:sjb@man.gov.ua); ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3732-9486>

**Білик Жанна Іванівна** — канд. біол. наук, старша наукова співробітниця відділу створення навчально-тематичних систем знань, НЦ «Мала академія наук України», м. Київ, Україна, [zhannabiluk@gmail.com](mailto:zhannabiluk@gmail.com); ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2092-5241>

**Шаповалов Віктор Борисович** — канд. техн. наук, старший науковий співробітник відділу створення навчально-тематичних систем знань, НЦ «Мала академія наук України», м. Київ, Україна, [svb@man.gov.ua](mailto:svb@man.gov.ua); ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6315-649X>

**Чернецький Ігор Станіславович** — канд. пед. наук, завідувач відділу створення навчально-тематичних систем знань, НЦ «Мала академія наук України», м. Київ, Україна, [manlabkiev@gmail.com](mailto:manlabkiev@gmail.com); ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9771-7830>

**Пашченко Євгеній Юрійович** — канд. екон. наук, старший науковий співробітник відділу створення навчально-тематичних систем знань, НЦ «Мала академія наук України», м. Київ, Україна, [pobeda2000@meta.ua](mailto:pobeda2000@meta.ua); ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8703-4796>

#### **INFORMATION ABOUT THE AUTHORS**

**Shapovalov Ye. B.** — PhD in Engineering, Senior Researcher of the Department of Education and Thematic Knowledge System Creation, NC "Junior Academy of Sciences of Ukraine", Kyiv, Ukraine, [sjb@man.gov.ua](mailto:sjb@man.gov.ua); ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3732-9486>

**Bilyk Zh. I.** — PhD in Biology, Senior Researcher of the Department of Education and Thematic Knowledge System Creation, NC "Junior Academy of Sciences of Ukraine", Kyiv, Ukraine, [zhannabiluk@gmail.com](mailto:zhannabiluk@gmail.com); ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2092-5241>

**Shapovalov V. B.** — PhD in Engineering, Senior Researcher of the Department of Creating Educational and Thematic Knowledge Systems, NC "Junior Academy of Sciences of Ukraine", Kyiv, Ukraine, [svb@man.gov.ua](mailto:svb@man.gov.ua); ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6315-649X>

**Chernetskyi I. S.** — PhD in Pedagogy, Head of the Department of Creating Educational and Thematic Knowledge Systems, NC "Junior Academy of Sciences of Ukraine", Kyiv, Ukraine, [manlabkiev@gmail.com](mailto:manlabkiev@gmail.com); ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9771-7830>

**Pashchenko Ye. Yu.** — PhD in Economics, Senior Researcher of the Department of Creating Educational and Thematic Knowledge Systems, NC "Junior Academy of Sciences of Ukraine", Kyiv, Ukraine, [pobeda2000@meta.ua](mailto:pobeda2000@meta.ua); ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8703-4796>

Стаття надійшла до редакції / Received 30.05.2024

Т. В. Пещеріна

## ТЕОРЕТИЧНІ І ПРАКТИЧНІ ЗАСАДИ ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В НАЦІОНАЛЬНОМУ ЦЕНТРІ «МАЛА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ»

**Анотація.** У статті наголошено на актуальності питання підвищення якості позашкільної освіти, що зумовлено потребами її розвитку; зазначено про необхідність розроблення й упровадження інноваційних освітніх технологій і підходів для осучаснення діяльності закладів позашкільної освіти; акцентовано на важливості створення умов для цілеспрямованого інтелектуального і творчого розвитку вихованців, учнів і формування в них умінь і навичок застосування отриманих знань в освітній, пошуковій, дослідницькій, творчій діяльності; здійснено узагальнення концептуальних ідей щодо реалізації освітнього потенціалу закладів позашкільної освіти, що передбачає модернізацію позашкільного освітнього середовища; визначено засоби для активізації інтеграційних процесів та інноваційної діяльності, що забезпечують підвищення рівня освітньої діяльності та конкурентоспроможності закладів позашкільної освіти; наголошено на важливості побудови освітнього процесу з урахуванням потреб, запитів, індивідуальних особливостей та унікальності життєвого досвіду кожного учня, вихованця; підкреслено важливість застосування класичних та інноваційних освітніх технологій і методик, що забезпечують можливість широкого вибору змісту, форм, засобів організації освітньої діяльності. Особливу увагу приділено проблемі формування теоретико-методологічних засад організації практично спрямованого освітнього процесу в Національному центрі «Мала академія наук України» під час реалізації освітніх проєктів; визначено форми індивідуальної, групової, колективної роботи з учнями, вихованцями, що забезпечують досягнення мети та розв'язання завдань освітніх проєктів; наголошено на необхідності здійснення контролю і запропоновано його форми; проаналізовано значення освітніх проєктів для розвитку системи позашкільної освіти загалом; окреслено проблему удосконалення й модернізації навчально-методичного забезпечення освітніх проєктів як таку, що потребує подальшого детального дослідження.

**Ключові слова:** позашкільна освіта, освітній проєкт, освітня діяльність, Національний центр «Мала академія наук України».

**Вступ.** Однією з актуальних проблем позашкільної освіти як невід'ємної частини системи освіти в Україні є підвищення її якості, що зумовлюється потребами в постійному розвитку відповідно до реформаційних процесів та інноваційних змін, які відбуваються в державі. Розв'язання такої проблеми передбачає розроблення й упровадження сучасних освітніх

технологій і підходів для оновлення діяльності закладів позашкільної освіти, зорієнтованої на створення умов для цілеспрямованого інтелектуального та творчого розвитку вихованців, учнів; формування в них умінь і навичок застосування отриманих знань в освітній, пошуковій, дослідницькій і творчій діяльності, що має бути переорієнтована на більшу продуктивність.

На сьогодні створено систему позашкільних закладів, які забезпечують не лише здобуття

вихованцями, учнями науково обґрунтованої системи знань, формування їхнього наукового світогляду та культури, а й розвиток здібностей і талантів за обраним напрямом позашкільної освіти. Узагальнювальним для таких закладів є освітній процес, що визначається як педагогічно спрямований процес, у якому взаємопов'язані класичні й інноваційні освітні методики і технології, що забезпечують можливість широкого вибору змісту, форм, методів і засобів організації освітньої діяльності. Іншою особливістю такого процесу є його індивідуалізація й диференціація: у закладах позашкільної освіти робота гуртків ґрунтується передусім на доступності всіх видів діяльності, добровільності, спрямованості на потреби вихованців, учнів; забезпеченні умов для їхнього творчого, інтелектуального, духовного та фізичного розвитку, реалізації творчого потенціалу та соціальної адаптації до сьогоденних життєвих реалій.

Вагомим внеском у розробку теоретичних засад організації діяльності закладів позашкільної освіти стали наукові дослідження: О. Биковської, у яких визначено теоретико-методичні основи позашкільної освіти; Г. Пустовіта, де висвітлено теоретико-методичні основи освіти та виховання учнів; Т. Сущенко, у яких проаналізовано педагогічний процес у закладах позашкільної освіти; Л. Тихенко, у яких розкрито проблеми формування творчих здібностей дітей та учнівської молоді в процесі пошуково-дослідницької діяльності; Л. Яременко, де охарактеризовано розвиток креативної особистості в закладах позашкільної освіти.

**Аналіз наукових розвідок** та перспективного педагогічного досвіду свідчить про необхідність узагальнення концептуальних ідей, які відображають позиції і науковців, і педагогів-практиків щодо реалізації освітнього потенціалу закладів позашкільної освіти, що передбачає модернізацію позашкільного освітнього середовища. Найбільш актуальними засобами його осучаснення визначено:

- удосконалення науково-методологічних засад освітньої діяльності закладів позашкільної освіти;
- окреслення пріоритетних напрямів їх роботи відповідно до запитів та інтересів вихованців, учнів і потреб розвитку освітньої галузі, що характеризуються переважною спрямованістю на результат (соціальна спрямованість,

розвиток життєвої компетентності, спрямованість на розвиток творчої особистості тощо);

- активізацію інтеграційних процесів щодо використання інноваційних технологій у сфері комп'ютерних, технічних, природничих наук, інженерії (організація роботи гуртків робототехніки, конструювання дронів та управління ними, 3D-моделювання, роботи зі штучним інтелектом, гуртків з напряму кібербезпеки, що можна використати в майбутній професії, для розвитку держави й перемоги);
- підвищення конкурентоспроможності закладів позашкільної освіти через підвищення якості позашкільної освіти, створення і просування бренду і брендінгу позашкільля та закладів позашкільної освіти [1, с. 209; 2, с. 154; 3, с. 13; 4, с. 73].

#### **Педагогічні підходи у позашкільній освіті.**

У контексті впровадження інноваційних педагогічних технологій в освітній процес закладів позашкільної освіти особливого значення набувають проблеми формування теоретико-методологічних засад організації такого процесу; прискорення продукування, впровадження та поширення новацій, що сприяють визначенню нових пріоритетів в освітній роботі з вихованцями, учнями; створення умов для формування їхнього наукового світогляду, набуття досвіду конструктивної взаємодії, ціннісного самовизначення, соціального розвитку та творчої самореалізації особистості [5, с. 2].

Для означеного важливою є практична спрямованість освітнього процесу та розширення поля креативної діяльності; формування у вихованців, учнів стійкої внутрішньої мотивації до активної участі в пізнавальній, практичній, творчій діяльності, що забезпечить їхнє самовизначення, самореалізацію та засвоєння досвіду соціальної активності, що відображає рівень спрямованості знань, навичок, стремління на реалізацію визначених потреб, інтересів, цілей.

Аналіз організації освітнього процесу в закладах позашкільної освіти дає змогу зробити висновок, що його ефективність забезпечується тоді, коли в цих закладах створено психолого-педагогічні умови для: опанування вихованцями знаннями, формування умінь і навичок відповідно до їхніх інтересів, уподобань і запитів; сприяння розвитку, стимулюванню та реалізації їхнього інтелектуального і творчого потенціалу, професійному самовизначенню. Зазначене призводить до розуміння



того, що перехід закладів позашкільної освіти в новий якісний стан співпадає з усвідомленням позашкільної освіти не лише як надзвичайно актуального явища для подальшого вдосконалення освітнього простору України, а й як одного з важливих складників педагогіки розвитку [6, с. 21].

Удосконалення освітнього процесу передбачає впровадження таких сучасних підходів, форм і методів роботи, які забезпечують вибір дітьми виду пізнавальної, дослідницько-експериментальної й практичної діяльності, а її пріоритетними завданнями є розвиток талантів і творчих здібностей особистості, формування духовного світу та практичних навичок соціально значущої, морально орієнтованої й відповідальної діяльності в суспільстві, активне застосування знань на практиці та опанування вміннями й навичками творчої діяльності [7, с. 6; 8, с. 6].

Тому увага педагогічних колективів закладів позашкільної освіти має акцентуватися на використанні сучасних підходів до організації освітнього процесу, а саме: особистісно-орієнтованого (забезпечення взаємодії з вихованцями, учнями, підґрунтям якої є принципи системності, інтегративності, дитиноцентризму, полікультурності у процесі їх залучення до активної участі в освітній, творчій, дослідницькій діяльності); особистісно-діяльнісного (орієнтування на діяльність, що має соціальне значення); інтегративного підходу (формування цілісної картини світу на основі об'єднання навчального матеріалу з різних галузей науки); людиноцентричного (сприяння творчому самовираженню за обраним напрямом позашкільної освіти); а також ціннісно-мотиваційного (умотивування до формування системи загальнолюдських й індивідуальних морально-духовних цінностей); соціально-адаптаційного (адаптування до викликів і загроз сучасного суспільства завдяки виробленню умінь і навичок самоосвіти, самовизначення, реалізації індивідуальних здібностей та творчого потенціалу) [9, с. 7].

Для розв'язання проблеми формування особистості засобами позашкільної освіти важливим є застосування компетентнісного підходу в організації роботи з учнями, вихованцями, що лежить в основі цільових, процесуально-змістових і результативних характеристик сучасної позашкільної освіти [10, с. 16].

Компетентнісний підхід є ефективним інструментарієм життєвої адаптації в мінливих

соціальних умовах; формує значущі для життєдіяльності людини і суспільства соціально-ціннісні настанови та практичні соціальні вміння; розвиває здатність ефективно працювати в команді, взаємодіяти із соціальним середовищем продуктивно, а також надає можливість педагогічному колективу творчо підійти до організації освітнього процесу, спрямованого на інтелектуальний та емоційно-ціннісний розвиток учня [11; 12, с. 41].

Застосування зазначених підходів забезпечує динамічність освітнього процесу; стимулює вихованців, учнів використовувати наукові знання для розв'язування широкого кола пошукових, дослідницьких, практичних творчих завдань самостійно; формує вміння і навички вибудувати власну поведінку для досягнення визначеної мети в позашкільному соціумі та власній життєдіяльності. Тому на сьогодні пріоритетами в організації роботи з вихованцями, учнями є формування їхнього наукового світогляду, розвиток творчих та інтелектуальних здібностей, набуття соціального досвіду в процесі освітньої, пошукової, науково-дослідницької, творчої діяльності як ключові засоби становлення активної й умотивованої до самовизначення й самореалізації особистості.

**Науково-освітній процес МАН.** Усе зазначене вище покладено в основу організації освітньої діяльності Національного центру «Мала академія наук України», що здійснюється відповідно до Положення про освітній процес у Національному центрі «Мала академія наук України».

Положення про організацію освітнього процесу в Національному центрі «Мала академія наук України» є нормативним документом, що регламентує організацію та проведення освітнього процесу в закладі. Головними засадами його організації є автономність у прийнятті рішень і визначенні форм освітнього процесу, а також форм і методів роботи з вихованцями, учнями для забезпечення якісної освіти в межах усіх освітніх проєктів. До організації таких проєктів можуть залучатися як науково-педагогічні, наукові й педагогічні працівники, так і адміністрація, адміністративно-господарський персонал. Один із пріоритетів таких проєктів — гарантування рівності й доступу тих груп осіб, які через особисті причини чи соціальні, культурні, економічні обставини потребують особливої підтримки для реалізації свого освітнього потенціалу.

У Національному центрі «Мала академія наук України» організація освітнього процесу та його зміст визначаються освітньою програмою, навчальним планом, навчальними програмами, нормативними документами Центру. Освітня програма містить опис мети й основних завдань, пріоритетні вектори освітньої діяльності, структуру закладу, опис та інструменти системи внутрішнього забезпечення якості освіти, перелік навчальних програм, що розробляються з урахуванням компетентнісного, диференційованого підходів і визначають прогнозовані результати освітньої діяльності. У навчальному плані подано перелік освітніх проєктів і їх обсяги, форми проведення занять і їх обсяг; графік освітнього процесу.

Особливою умовою організації освітнього процесу в Національному центрі «Мала академія наук України» є дотримання диференційованого підходу, що передбачає урахування індивідуальних можливостей, здібностей, інтересів, нахилів, віку, психофізичних особливостей, стану здоров'я вихованців, учнів. Відповідальність за якісний рівень освітніх проєктів покладається на науково-педагогічних, педагогічних і наукових працівників, які беруть участь у їх реалізації.

Важливим є те, що рішення про реалізацію освітніх проєктів ухвалюється з дотриманням принципу прозорості, що передбачає проведення консультацій з усіма зацікавленими сторонами (педагогічні працівники, керівники підрозділів, адміністрація, здобувачі освіти); визначення необхідного методичного, кадрового та матеріального забезпечення; окреслення ризиків та економічної доцільності; проведення зовнішньої експертизи. Відкритий розгляд навчально-методичного комплексу кожного освітнього проєкту — сукупності документів, що описують цілісний освітній процес, — передбачає опрацювання методичних, дидактичних та інших матеріалів, застосування яких забезпечує досягнення мети та реалізацію результатів освітньої діяльності за освітніми проєктами. Для кожного освітнього проєкту в Національному центрі «Мала академія наук України» розробляються навчальна і робоча програми, необхідне науково- і навчально-методичне забезпечення (наочні посібники, конспекти лекцій, освітні застосунки, методичні рекомендації тощо), визначаються цифрові інструменти для організації

освітнього проєкту в синхронному чи асинхронному форматах. Обов'язковою складовою у кожному проєкті є гід слухача, що містить програму, матеріали та завдання для опрацювання.

Задля визначення рівня якості освітніх проєктів здійснюється їх загальний моніторинг. Для його проведення створюються моніторингові групи, до складу яких входять керівники структурних підрозділів, фахівці відповідної галузі, інші педагогічні працівники. Відповідальність за моніторинг покладається на заступника директора з навчально-методичної роботи. Метою організації такого моніторингу є своєчасне виявлення й усунення недоліків у реалізації освітніх проєктів, а також сприяння узагальненню та поширенню перспективного досвіду роботи за такими проєктами. Результати моніторингу обговорюються на педагогічній раді Національного центру «Мала академія наук України», а звіти подаються до відділу змісту та якості освіти. Необхідною складовою моніторингу є опитування його учасників щодо їхніх очікувань, якості проведення освітнього процесу його організаторами.

Якщо обставини складаються так, що реалізація освітнього проєкту неможлива, тоді відповідно до Статуту Національного центру «Мала академія наук України» педагогічна рада Національного центру «Мала академія наук України» ухвалює відмову в реалізації освітнього проєкту. Основними підставами для припинення реалізації освітнього проєкту є зміни в нормативних документах, що регулюють питання змісту позашкільної освіти; не зовсім достатнє виконання визначених у освітньому проєкті завдань і/або недотримання вимог стандартів забезпечення якості; негативні результати моніторингу; понадпланове перевищення витрат на реалізацію освітнього проєкту чи суттєве зменшення надходжень для його реалізації, що унеможлиблює його фінансування в повному обсязі; інші визначені чинним законодавством України обставини.

Організація освітнього процесу в межах освітніх проєктів здійснюється із застосуванням різних форм індивідуальної, групової, колективної роботи. Навчальні заняття (вебінар, лекція, семінарське заняття, практичне заняття, лабораторне заняття / практикум, індивідуальне навчальне заняття, консультація тощо), динамічне навчання (воркшоп, майстер-клас, тренінг, екскурсія, експедиція тощо), самостійна робота (самостійне опанування освітніх компонентів,

індивідуальне завдання), проектне навчання, науково-дослідницька робота забезпечують досягнення мети та виконання завдань, визначених в освітньому проекті. Обов'язковими в змісті проектів є заходи, спрямовані на контроль рівня початкових знань, умінь і навичок вихованців, учнів і підсумковий контроль зазначеного в кінці проекту (контрольні роботи, тестування, захист дослідницьких проектів, відеозвіти, творчі завдання тощо). Варто звернути увагу на те, що організація проектів може здійснюватися з використанням дистанційного навчання.

Серед форм організації роботи за освітніми проектами найбільш часто застосовуються вебінари, що проводяться в мережі «Інтернет» у режимі реального часу, лекції — повідомлення педагогом навчального матеріалу з використанням інтерактивних форм (тематика лекцій визначається навчальною програмою), лабораторні практикуми — проведення експериментів або досліджень із використанням необхідного лабораторного обладнання (хімічних реактивів, лабораторного посуду, приладів, лабораторних установок, спеціального ліцензованого програмного забезпечення), комп'ютерної техніки для опанування практичними навичками роботи та методикою експериментальних досліджень в обраній науковій галузі. Наголосимо на допуску до лабораторних практикумів лише за умови проходження вихованцями, учнями інструктажу з питань техніки безпеки. Семінари передбачають колективне обговорення наукових проблем під керівництвом педагога. Їх мета — поглиблення й систематизація знань вихованців, учнів і розвиток у них навичок аргументування ідей, гіпотез і критичного мислення. Форма проведення семінару (семінар-бесіда, семінар-практикум тощо) обирається педагогом. Консультації (індивідуальні чи групові) проводяться педагогами для більш детального окреслення окремих теоретичних положень; визначення проблем і способів, засобів їх вирішення; пошуку відповідей на питання в межах освітнього проекту. Індивідуальним консультаціям надається перевага для з'ясування питань, що пов'язані з виконанням індивідуальних завдань, проектів, наукових досліджень або вирішенням окремих питань освітнього проекту. Практичне заняття (практикум) організовується педагогом для більш детального розгляду вихованцями, учнями окремих теоретичних

положень, формування вміння їх практичного застосування відповідно до сформульованих завдань. Проведення практичного заняття ґрунтується на попередньо підготовленому методичному матеріалі — наборі завдань різної складності для розв'язання їх на занятті. Перелік тем практичних занять визначається в навчальній програмі. Практичні заняття зазвичай проходять в оснащених необхідними засобами приміщеннях.

До інноваційних форм, які використовуються для реалізації освітніх проектів, належить динамічне навчання, що здійснюється за допомогою воркшопів як навчальних практичних заходів тривалістю від одного до семи днів, що передбачають інтенсивну роботу в групах під час спільного виконання завдань: здійснення обміну своїми ідеями щодо визначення засобів досягнення мети діяльності, опанування практичними навичками чи розширення досвіду виконання експериментальних досліджень. Педагогом здійснюється спрямування та контролювання взаємодії учасників воркшопу. Майстер-клас як заняття або цикл занять проводиться досвідченим фахівцем, який має експертні знання та навички в галузі мистецтва, освіти, науки. Тренінг організовується для цілеспрямованої взаємодії учасників між собою і педагогом-тренером з метою набуття нових знань, розвитку соціальних та особистісних компетенцій, формування чи переосмислення власної позиції з проблеми, що є темою тренінгу. Фасилітація є спрямоване на ефективну комунікацію заняття для розв'язання завдань групою, супровід процесу здійснюється фасилітатором, який забезпечує комунікацію на основі принципів поваги та толерантності.

Активно використовуються такі форми роботи, як: екскурсії (спостереження та вивчення різних явищ, об'єктів, процесів у природних умовах, і предметів, речей — у музеях, на виставках тощо), експедиції (виїзди в іншу місцевість і виконання завдань щодо дослідження будь-якого природного, культурного, історичного об'єкта під керівництвом фахівців). Актуальною є організація самостійної роботи вихованців, учнів для опанування знаннями, розв'язання завдань за навчальною програмою освітнього проекту. Задля виконання самостійної роботи (індивідуальних завдань, проектів) вихованцям,

учням надаються списки наукової літератури, посібників, онлайн-ресурсів тощо. Обсяг часу для її здійснення не має перевищувати 50 % загального обсягу часу навчальної програми. Контроль результатів також може здійснюватися за допомогою самоконтролю.

У всіх освітніх проєктах передбачені форми роботи, що спрямовані на валідність оцінювання та дають можливість проконтролювати рівень знань вихованців, учнів (підсумкові контрольні роботи, творчі завдання, звіти про виконання завдань дослідів і групових чи індивідуальних проєктів, написання есе, розроблення презентацій, створення відеороликів тощо). За результатами контролю знань вихованці, учні можуть отримати сертифікат або диплом про успішне опанування навчальної програми в межах освітнього проєкту.

Моніторинг результатів роботи за організованими Національним центром «Мала академія наук України» освітніми проєктами підтверджує їхню успішність і вказує на те, що через функціонування особливої системи організації освітньої діяльності із застосуванням широкого кола освітніх проєктів — дослідницьких, наукових, навчальних — вихованці, учні можуть реалізувати свій творчий, інтелектуальний і дослідницький потенціал.

**Висновки.** Усе зазначене вище дає підстави стверджувати, що в Національному центрі «Мала академія наук України» створено систему роботи з організації освітніх проєктів, що забезпечує набуття вихованцями, учнями позашкільної освіти відповідно до їхніх здібностей, обдарувань, уподобань та інтересів навичок науково-дослідницького, дослідно-експериментального, пошукового спрямування.

Подальшого детального дослідження потребує проблема удосконалення й модернізації навчально-методичного забезпечення освітніх проєктів, що не лише поглиблюють і розширюють профільні знання й уміння вихованців, учнів, а й сприяють підвищенню їхньої пізнавальної активності й самостійності, творчому застосуванню набутих під час активної участі в освітніх проєктах знань.

#### Список використаних джерел

1. Савченко Н. С. Підвищення якості та доступності позашкільної освіти як показників ефективності освітньої системи. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. 2020. № 190. С. 206–211. URL: <https://pednauk.cusu.edu.ua/index.php/pednauk/article/view/630/569> (дата звернення: 02.06.2024).
2. Оптимізація виховного потенціалу позашкільного навчального закладу : колективна монографія / В. В. Вербицький та ін.; за ред. О. В. Литовченко. Київ : Педагогічна думка, 2012. 192 с.
3. Позашкільна освіта — проблеми, пропозиції та нові формати роботи. Нові напрями роботи. 2023. URL: <https://eo.gov.ua/pozashkilna-osvita-problemy-propozytsii-ta-novi-formaty-roboty/2023/09/19/> (дата звернення: 12.06.2024).
4. Стратегія розвитку позашкільної освіти / за ред. проф. О. В. Биковської. Київ : ІВЦ АЛКОН, 2018. 96 с.
5. Литовченко О. Позашкільна освіта України: ціннісні орієнтири та напрями модернізації. *Теоретико-методичні проблеми виховання дітей та учнівської молоді* : зб. наук. пр. Київ : Інститут проблем виховання Національної академії педагогічних наук України, 2018. Вип. 22. URL: <https://zbirnyk.ipv.org.ua/ua/arkhiv-vipuskiv/product/view/22/432> (дата звернення: 25.06.2024).
6. Національна доповідь про стан і перспективи розвитку освіти в Україні (До 25-річчя незалежності України) / Нац. акад. пед. наук України ; за заг. ред. В. Г. Кременя. Київ : Педагогічна думка, 2016. 448 с.
7. Пустовіт Г. П. Позашкільна освіта та виховання в Україні у векторах сучасного розвитку. *Освіта та педагогічна наука*. 2013. № 3. С. 5–10.
8. Яременко Л. Позашкільна освіта: проблема визначення. *Вісник Інституту розвитку дитини. Серія : Філософія, педагогіка, психологія*. 2014. Вип. 33. С. 107–113. URL: [http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis\\_nbuv/cgiirbis\\_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP\\_meta&C21COM=S&S21P03=FILE=&S21STR=Vird\\_2014\\_33\\_186](http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&S21P03=FILE=&S21STR=Vird_2014_33_186) (дата звернення: 26.06.2024).
9. Пустовіт Г. Теоретико-прикладні конструкти соціально-педагогічної роботи у закладах позашкільної освіти. *Соціальна робота та соціальна освіта*. 2018. Вип. 1. С. 6–11. URL: <http://srso.udpu.edu.ua/article/view/154330> (дата звернення: 27.06.2024).
10. Биковський Я. Т. Педагогічні умови діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.01. Київ, 2019. 21 с.
11. Федоруц М. В. Соціально-педагогічні умови формування соціальної компетентності старшокласників засобами неформальної освіти : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.05. Тернопіль, 2021. 22 с.

12. Компетентнісний підхід у навчально-виховному процесі позашкільного навчального закладу : метод. посіб. / В. В. Вербицький та ін. ; за ред. В. В. Мачуського. Харків : «Друкарня Мадрид», 2015. 178 с.

#### References

1. Savchenko, N. S. (2020). Pidvyshchennia yakosti ta dostupnosti pozashkilnoi osvity yak pokaznykiv efektyvnosti osvitnoi systemy [Improving the quality and availability of extracurricular education as indicators of the effectiveness of the educational system]. *Naukovi zapysky. Serii: Pedagogichni nauky — Academic notes. Series: Pedagogical Sciences*, 190, 206–211. Retrieved from <https://pednauk.cusu.edu.ua/index.php/pednauk/article/view/630/569> [in Ukrainian].
2. Verbytskyi, V. V., Lytovchenko, O. V., Kovbasenko, L. I., Lypetskyi, O. P., Mormil, H. M., Krot, O. M. et al. (2012). *Optyimizatsiia vykhovnoho potentsialu pozashkilnoho navchalnoho zakladu [Optimizing the educational potential of an after-school educational institution]*. O. V. Lytovchenko (Ed.). Kyiv : Pedagogichna dumka [in Ukrainian].
3. Pozashkilna osvita — problemy, propozyzii ta novi formaty roboty. Novi napriamy roboty [Extracurricular education — problems, proposals and new formats of work. New areas of work]. 2023. Retrieved from <https://eo.gov.ua/pozashkilna-osvita-problemy-propozytsii-ta-novi-formaty-roboty/2023/09/19/> [in Ukrainian].
4. Bykovska, O. V. (Ed.). (2018). *Stratehiia rozvytku pozashkilnoi osvity [Strategy for the development of out-of-school education]*. Kyiv : IVTs ALKON [in Ukrainian].
5. Lytovchenko, O. (2018). Pozashkilna osvita Ukrainy: tsinnisni oriientyry ta napriamy modernizatsii [Out-of-school education of Ukraine: value orientations and directions of modernization]. *Teoretyko-metodychni problemy vykhovannia ditei ta uchnivskoi molodi — Theoretical and Methodical Problems of Children and Youth Education : collection of scientific notes. (Vol. 22)*. Kyiv : Instytut problem vykhovannia Natsionalnoi akademii pedagogichnykh nauk Ukrainy. Retrieved from <https://zbirnyk.ipv.org.ua/ua/arkhiv-vipuskiv/product/view/22/432> [in Ukrainian].
6. Kremen, V. H. (Ed.). (2016). *Natsionalna dopovid pro stan i perspektyvy rozvytku osvity v Ukraini (Do 25-richchia nezalezhnosti Ukrainy) [National report on the state and prospects of education development in Ukraine (To mark the 25th Anniversary of Ukraine's Independence)]*. Kyiv : Pedagogichna dumka [in Ukrainian].
7. Pustovit, H. P. (2013). Pozashkilna osvita ta vykhovannia v Ukraini u vektorakh suchasnoho rozvytku [Extracurricular education and upbringing in Ukraine in the vectors of modern development]. *Osvita ta pedagogichna nauka — Education and pedagogical science*, 3, 5–10 [in Ukrainian].
8. Yaremenko, L. (2014). Pozashkilna osvita: problema vyznachennia [Out-of-school education: the problem of definition]. *Visnyk Instytutu rozvytku dytyny. Serii: Filosofiia, pedagogika, psykholohiia — Bulletin of the Institute of Child Development. Series: Philosophy, pedagogy, psychology*, 33, 107–113. Retrieved from [http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis\\_nbuv/cgiirbis\\_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP\\_meta&C21COM=S&2\\_S21P03=-FILA=&2\\_S21STR=Vird\\_2014\\_33\\_186](http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&2_S21P03=-FILA=&2_S21STR=Vird_2014_33_186) [in Ukrainian].
9. Pustovit, H. (2018). Teoretyko-prykladni konstrukty sotsialno-pedagogichnoi roboty u zakladakh pozashkilnoi osvity [Theoretical and applied constructs of social pedagogical work in out-of-school education institutions]. *Sotsialna robota ta sotsialna osvita — Social work and social education*, 1, 6–11. Retrieved from <http://srso.udpu.edu.ua/article/view/154330> [in Ukrainian].
10. Bykovskiy, Ya. T. (2019). Pedagogichni umovy diialnosti fizyko-matematychnykh hurtkiv zakladiv pozashkilnoi osvity [Pedagogical conditions of activity of physical and mathematical circles of out-of-school education institutions]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Kyiv [in Ukrainian].
11. Fedoruts, M. V. (2021). Sotsialno-pedagogichni umovy formuvannia sotsialnoi kompetentnosti starshoklasnykiv zasobamy neformalnoi osvity [Socio-pedagogical conditions of formation of social competence of high school students by means of non-formal education]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Ternopil [in Ukrainian].
12. Verbytskyi, V. V., Boiko, A. E., Korniienko, A. V., Lytovchenko, O. V., Lypetskyi, O. P., Liubych, O. I. et al. (2015). *Kompetentnisnyi pidkhid u navchalno-vykhovnomu protsesi pozashkilnoho navchalnoho zakladu [Competency approach in the educational process of an extracurricular educational institution]*. V. V. Machuskyi (Ed.). Kharkiv : “Drukarnia Madryd”.

T. V. Pescherina

**THEORETICAL AND PRACTICAL PRINCIPLES OF ORGANIZATION OF EDUCATIONAL ACTIVITIES  
IN THE NATIONAL CENTER “JUNIOR ACADEMY OF SCIENCES OF UKRAINE”**

**Annotation.** *In the article the relevance of improving the quality of after-school education, which is due to the needs of its development, is noted; the need to develop and implement innovative educational technologies and approaches to modernize the activities of after-school education institutions is actualized; the importance of creating conditions for the purposeful intellectual and creative development of students and forming their skills for the attained knowledge application in educational, search, research and creative activities is emphasized; some conceptual ideas for the implementation of the educational potential of after-school education institutions, providing the of after-school educational environment modernization are generalized; some means of integration and innovative processes updating that ensure the increase the level of educational activity and competitiveness of after-school education institutions are identified; the importance of organisation of educational process taking into account the needs, individual characteristics and uniqueness of life experience of each student is marked; the importance of combining classical and innovative educational technologies and methods that provide the possibility of a wide choice of content, forms, means of organizing educational activities is emphasized. The author pays special attention to the problem of formation of theoretical and methodological principles of practically oriented educational process in the National Centre “Junior Academy of Sciences of Ukraine” in the course of educational projects implementing; defines the forms of individual, group and collective work with students, ensuring the goal achievement and the tasks of educational projects solving; stresses the need for monitoring and proposes its modalities; analyses the significance of educational projects for the development of the system of after-school education in general; outlines the problem of improvement and modernization of educational and methodological support of educational projects which needs further detailed studying.*

**Keywords:** *after-school education, educational project, educational activity, the National Centre “Junior Academy of Sciences of Ukraine”.*

**ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРА**

**Пещеріна Тетяна Вікторівна** — заступниця директора з навчальної роботи, НЦ «Мала академія наук України», м. Київ, Україна, t.pescherina@man.gov.ua; ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-6313-5043>

**INFORMATION ABOUT THE AUTHOR**

**Pescherina T. V.** — Deputy Director for Educational Affairs, the NC “Junior Academy of Sciences of Ukraine”, Kyiv, Ukraine, t.pescherina@man.gov.ua; ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-6313-5043>

Стаття надійшла до редакції / Received 28.06.2024

А. М. Андреев,

О. А. Андреева

## ТВОРЧЕ СЕРЕДОВИЩЕ ЯК ФАКТОР РЕЗУЛЬТАТИВНОСТІ STEAM-ПІДХОДУ ДО ПРОЄКТНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ

**Анотація.** *Одне з першочергових технологічних завдань у XXI столітті — перехід на альтернативні джерела енергії. Для України це завдання особливо важливе у зв'язку з військовими діями та значним руйнуванням енергетичної системи країни. Необхідною умовою для реалізації цього завдання є наявність фахівців науково-технічного та інженерного спрямування. Проте в усьому світі спостерігаємо тенденцію зниження у здобувачів освіти зацікавленості вивченням предметів природничої, технологічної, математичної освітніх галузей, наслідком чого є незначна кількість охочих здобути професію природничо-математичного напрямку та, відповідно, в майбутньому — фахівців, які можуть підвищити конкурентоздатність країни на світовому ринку. Щороку в Україні проводяться популярні серед молоді творчі конкурси, на яких здобувачі освіти з усієї країни представляють свої STEM-проекти: Всеукраїнський конкурс-захист науково-дослідницьких робіт учнів — членів МАН, Всеукраїнський конкурс винахідницьких і раціоналізаторських проектів еколого-натуралістичного напрямку, Всеукраїнський конкурс молодіжних науково-технічних проектів «InventorUA», Всеукраїнський науково-технічний конкурс «Еко-Техно Україна», Всеукраїнський конкурс молодіжних проектів з енергозбереження «Енергія і середовище», Всеукраїнський конкурс «Енергоефективність та екологія для школярів» тощо. Доволі поширеною є хибна думка про те, що учнівські творчі проекти — результат роботи тільки самих школярів. Такий підхід переважно спрямований на зовнішню мотивацію та негативно впливає на самооцінку учнів. Як свідчить досвід авторів, велика роль при створенні цих проектів належить саме творчому середовищу, яке організовує в освітньому просторі STEM-педагог. У статті на прикладі реалізації інноваційного командного STEAM-проекту «Портативна геліо-установка “Квітка Сонця” як джерело теплової енергії в польових умовах» обґрунтовано ефективний вплив творчого середовища на результативність продуктивної діяльності здобувачів освіти.*

**Ключові слова:** *STEM-освіта, STEAM-проект, творче середовище, творчі конкурси для здобувачів освіти, суб'єкти творчого середовища.*

**Постановка проблеми.** У Концепції «Нова українська школа» [1] визначено, що природничо-математична освіта (STEM-освіта: S — Science, T — Technology, E — Engineering, M — Mathematics [2]) має стати ключовим напрямом розвитку освітньої галузі. Ця концепція реалізується у творчому середовищі освітнього процесу та спрямована на популяризацію серед молоді вкрай необхідних STEM-професій. Особливе

місце відводиться вмінню STEM-педагога організувати творчу взаємодію між суб'єктами освітнього середовища, що сприяє розвитку в учнів здатності вирішувати нетипові практичні задачі.

Зазвичай результатами STEM-підходу у навчанні є творчі продукти, створені учнями (діючі моделі, макети, постери, презентації, демонстрації тощо). Вони потребують відповідного оформлення, а отже, в учнівській творчості буде доречно враховувати елементи мистецької компетентності (зокрема, вміння застосовувати

дизайнерські рішення, навички естетичного оформлення тощо). Це обумовлює доцільність розширення підходу STEM до STEAM (A — Art).

Долучати учнів до наукової діяльності в освітньому закладі можна як безпосередньо на уроках (нестандартні уроки, предметні тижні, факультативи тощо), так і під час позаурочної роботи (гурткові заняття, екскурсії, підготовка індивідуальних та командних проєктів для участі у творчих конкурсах, зокрема в системі МАН) [3]. Результати такої продуктивної діяльності здобувачів освіти можуть мати не лише педагогічну цінність, а й самостійне наукове та практичне значення за умови створення сприятливого *творчого середовища*.

Щороку в Україні проходять популярні серед молоді творчі конкурси, на яких здобувачі освіти з усієї країни представляють свої STEM-проєкти: Всеукраїнський конкурс-захист науково-дослідницьких робіт учнів — членів МАН, Всеукраїнський конкурс винахідницьких і раціоналізаторських проєктів еколого-натуралістичного напрямку, Всеукраїнський конкурс молодіжних науково-технічних проєктів «InventorUA», Всеукраїнський науково-технічний конкурс «Еко-Техно Україна», Всеукраїнський конкурс молодіжних проєктів з енергозбереження «Енергія і середовище», Всеукраїнський конкурс «Енерго-ефективність та екологія для школярів» та ін.

#### **Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

Ми погоджуємося з думкою Ю. Завалевського, С. Горбенка та Н. Дівінської, що готовність до науково-дослідницької діяльності здобувачів загальної середньої освіти можна розглядати як найвищий рівень прояву сформованості дослідницької компетентності [4, с. 65]. Для її формування науковці пропонують створювати відповідні умови: надавати можливості для виконання дослідницьких завдань; сприяти вільному дослідженню; розвивати навички аналізу та інтерпретації даних, формулювання гіпотез та висновків, презентації результатів дослідження. Проте вважаємо, що саме від реалізації цих умов (від особливостей організації творчого середовища) в освітньому процесі залежить успішність формування готовності учнів до науково-дослідницької діяльності та її результативність. Створити для розвитку творчої особистості найбільш сприятливі умови, тобто побудувати для неї ефективно навчальне середовище, означає, на думку В. Бикова, зробити

«практично все» для особистісного розвитку учня і «практично все» для максимально можливих результатів будь-якої його діяльності, що ініціюється ззовні [5, с. 379]. Прикладом педагогічної технології для розвитку готовності до науково-дослідницької діяльності є запропоновані Р. Швай тренінги творчості, спрямовані на підвищення рівня креативності, формування іманентної мотивації та творчої орієнтації учнів [6].

**Метою** статті є аналіз впливу творчого середовища на результативність проєктної діяльності здобувачів освіти на прикладі реалізації інноваційного командного STEAM-проєкту «Портативна геліоустановка “Квітка Сонця”» як джерело теплової енергії в польових умовах».

**Виклад основного матеріалу.** Підготовка учнів до конкурсів технічного спрямування передбачає такі основні етапи: вибір напряму дослідження, постановка проблеми, формулювання технічної задачі, аналіз наявних розв'язків із виділенням їхніх недоліків, пошук ідей та їх подальше розроблення, теоретичне та експериментальне дослідження запропонованого розв'язку, апробація та впровадження винаходу, оформлення науково-дослідницької роботи, створення засобів візуалізації результатів наукового дослідження (постера, презентації, відеоматеріалів), підготовлення учня до публічного захисту роботи. Ці етапи підготовки потребують створення відповідного творчого середовища, яке буде мати чітку структуру та формуватися з внутрішнього (суб'єкти власне освітнього закладу) та зовнішнього (суб'єкти поза межами освітнього закладу) блоків [7]. Умовно виділяють три групи суб'єктів STEM-середовища. До першої належать обдаровані учні з лідерськими нахилами; до другої — педагогічні працівники, психологи та представники соціальної служби; до третьої — батьки, науковці, інженери та інші суб'єкти STEM-середовища, які безпосередньо не пов'язані з навчальним процесом (студенти закладів вищої освіти, представники територіальних відділень МАН, спонсори, волонтери, представники наукових установ, установ інтелектуальної власності, наукових видавництв, промисловості, науково-дослідних лабораторій, музеїв, природничих центрів, державних адміністрацій, громадських та інших організацій тощо).

Проаналізуємо роль суб'єктів творчого середовища на деяких зазначених вище етапах



підготовки до творчих конкурсів на прикладі інноваційного командного проєкту «Портативна геліоустановка «Квітка Сонця» як джерело теплової енергії в польових умовах» Ганни Заєць та Олександри Кротової, учениць 11 класу Запорізької школи-інтернату «Козацький лицей». У 2024 році цей STEAM-проєкт був відзначений дипломами I ступеня трьох конкурсів: Всеукраїнського конкурсу винахідницьких і раціоналізаторських проєктів еколого-натуралістичного напрямку (категорія «Ресурси енергозбереження»), Всеукраїнського конкурсу молодіжних проєктів з енергозбереження «Енергія і середовище» (номінація «Проєкт з енергозбереження, енергоефективності або поновлюваних джерел енергії») та Всеукраїнського науково-технічного конкурсу «Еко-Техно Україна» (відділення «Екологічна інженерія»). Також він увійшов до п'ятірки проєктів, що були визнані соціально значущими та актуальними для України й отримали спеціальні винагороди від Президентського фонду Леоніда Кучми «Україна». За підсумками суперфіналу «Еко-Техно Україна» журі включило роботу до резервних проєктів, яким надано право представляти Україну на Міжнародній науково-технічній виставці ISEF-2024.

Наукова новизна проєкту «Портативна геліоустановка «Квітка Сонця» як джерело теплової енергії в польових умовах» полягає у розробленні конструкції портативної геліоустановки «Квітка Сонця» як екологічно чистого автономного джерела теплової енергії та експериментальному дослідженні її робочих характеристик. Установка дає можливість реалізувати такі режими

роботи: нагрівання води (підігрів та кип'ятіння), приготування варених страв, запікання продуктів та їх розігрівання, виконання господарських робіт. Перевагами моделі є компактність, простота конструкції та складання (виготовлено з матеріалів, що наявні в домашньому господарстві), легкість та зручність у транспортуванні.

У цьому проєкті природним аналогом геліоустановки обрано соняшник, який впродовж дня повертається за Сонцем. Ця ідея втілена в конструкції діючої моделі, що отримала відповідну назву — «Квітка Сонця» (рис. 1, а). Етап пошуку ідей та їх подальшого розроблення є одним із найскладніших, він потребує використання комплексу психолого-педагогічних вправ для розвитку креативності. Тож на цьому етапі було долучено шкільного психолога, який спільно з керівником проєкту ознайомлював учениць із методом розв'язання творчих задач.

Для теоретичного та експериментального дослідження геліоустановки була створена її діюча модель (рис. 1, б), над виготовленням якої авторки проєкту працювали спільно з батьками. Дослідження діючої моделі проводилося у фізичній лабораторії за допомогою цифрового комплексу LabQuest 2 (рис. 2, а) та в польових умовах. На цьому етапі визначальною була роль консультантів — науковців кафедри загальної та прикладної фізики Запорізького національного університету (ЗНУ). Також під час розроблення пристрою учениці для орієнтування відвідали обсерваторію університету, ознайомилися з роботою телескопа та принципом його налаштування на небесні світила (рис. 2, б).



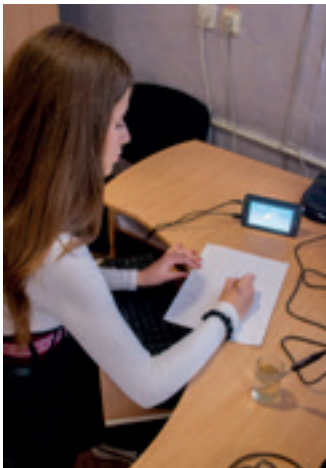
а)



б)

Рис. 1. Геліоустановка «Квітка Сонця»:

а) логотип, що відображає провідну ідею; б) діюча модель



а)



б)

Рис. 2. Дослідження діючої моделі:

- а) вимірювання температури за допомогою цифрового лабораторного комплексу LabQuest 2;
- б) ознайомлення з принципом налаштування телескопа в обсерваторії ЗНУ

Способом апробації проекту було обрано отримання патенту на корисну модель «Геліоустановка» [8] (рис. 3, а) та публікацію результатів роботи у науковому журналі «Молодий вчений» [9] (рис. 3, б). Підготовка пакета документів (опис технічного рішення, його формула, реферат, креслення) для подання до Українського національного офісу інтелектуальної власності та інновацій проводилася авторками проекту за участю

науковця-консультанта та патентного повіреного, який у подальшому супроводжував процедуру отримання патенту згідно із Законом України «Про охорону прав на винаходи і корисні моделі» [10].

Над текстом статті учениці працювали спільно з науковцем-консультантом. У процесі публікації статті відбувалася також взаємодія авторів проекту з представниками наукового видання, коректорами та рецензентами.



а)



б)

Рис. 3. Апробація проекту:

- а) патент на корисну модель «Геліоустановка» № 155918 [8];
- б) публікація у науковому журналі «Молодий вчений» [9]

## ПОРТАТИВНА ГЕЛІОУСТАНОВКА «КВІТКА СОНЦЯ» ЯК ДЖЕРЕЛО ТЕПЛОЇ ЕНЕРГІЇ В ПОЛЬОВИХ УМОВАХ




**Засць Ганна Денисівна, Кротова Олександр Максимівна – учениці 11-А класу**

**Наукова новизна роботи** полягає у розробленні конструкції портативної геліоустановки «Наїтка Сонця» як екологічно чистого автономного джерела теплової енергії та експериментальному дослідженні її робочих характеристик.



**Актуальність теми** визначається Планом Національної ради з відновлення України від наслідків війни, що передбачає заходи щодо відбудови та розвитку відновлювальних джерел енергії, зокрема енергії Сонця.

**Метою роботи** є розроблення конструкції портативної геліоустановки «Наїтка Сонця» як джерела теплової енергії в польових умовах та теоретичне й експериментальне дослідження її робочих характеристик.

**Дослідницькі завдання:**

- проаналізувати існуючі геліоустановки, виділити їхні головні недоліки;
- обґрунтувати конструкцію та принцип дії геліоустановки «Наїтка Сонця» як портативного екологічно чистого автономного джерела теплової енергії;
- створити діючу модель установи та дослідити її робочі характеристики;
- дослідити складові енергетичні втрати установи;
- проаналізувати режими роботи установи.

**Хід роботи:**

- ознайомлення з літературними джерелами, пов'язаними з темою дослідження;
- пошук цієї конструкції пристрою та її детальне розроблення;
- виготовлення та дослідження діючої моделі;
- узагальнення отриманих результатів.

**Аналоги установи**

 <http://suil.li/0jfrj>

**Схема конструкції**



1 – концентратор,  
2 – змінна циліндрична робоча ємність,  
3 – тримач,  
4 – фісуральний стрижень,  
5 – підставка,  
6 – опора,  
7 – кронштейн,  
8 – ручка,  
9 – світлопрозорий циліндричний ковпак

**Формула корисної моделі:**

1. Геліоустановка, що складається з пристрою для перетворення енергії, що містить концентратор з розташованою у його фокальній зоні циліндричною робочою ємністю, та з'єднаного з ним пристрою для орієнтування, **яка відрізняється тим**, що концентратор встановлений у формі зрізаного кругового конуса з внутрішньою основою та кутом 45° між його віссю й твірною, робоча ємність є змінною та розміщена вздовж осі концентратора, а пристрій для орієнтування виконаний з можливістю регулювання положення пристрою для перетворення енергії у двох площинах.

2. Геліоустановка за п. 1, **яка відрізняється тим**, що додатково має змінну кришку й світлопрозорий циліндричний ковпак, який встановлюють спільно з ємністю.

**Експериментальні криві нагріву води (m=0,5 кг) в різні пори року**



Листопад  
Температура = 31°C



Новень  
Температура = 17°C



Сень  
Температура = 12°C

**Діюча модель установи**



Діюча модель установи

Діюча модель геліоустановки розвиває максимальну потужність 130 Вт, що дозволяє, наприклад, нагріти 0,5 л води з початковою температурою 20°C до 100°C максимум за 25 хв за умов ясного неба.

**Робочі характеристики діючої моделі**

Характеристика	Листопад		Жовтень		Сень	
	з ковпаком	без ковпака	з ковпаком	без ковпака	з ковпаком	без ковпака
Корисна потужність, Вт	91	66	82	54	46	32
Потужність випромінювання, Вт	152	152	140	140	126	126
ККД, %	60	43	58	39	36	25

**Прототипи установи**



**Матеріали:**

1. Андреев А. М., Андреева О. А., Засць Г. Д., Кротова О. М. Портативная геліоустановка «Наїтка Сонця»: аналіз конструкції та принцип дії. Молодий вчений. 2023. № 11 (123). С. 1 – 7. DOI: <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2023-11-123-22>.

2. Геліоустановка: заявка на корисну модель № 02023 04725 Україна: МПН F24J2/02 / Андреев А.М., Андреева О.А., Засць Г.Д., Кротова О.М.: заявл. 06.10.2023.

3. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих екологізаційних впливів, від пожеж. Чинний від 2010-12-16. Вид. офіц. Київ: Мінергеобуд України, 2011. 123 с.

4. Пракхович А.В., Іщенко Є.М., Дешко В.І., Стрелова Г.Г., Фіров Л.Ф., Мельникова О.В. Енергозбереження та пом'якшення змін клімату: з погляду на зміну клімату і раціонального використання енергії та ресурсів для учнів загальноосвітніх навчальних закладів. Київ, 2008. 120 с.

5. Сонячна плівка для приготування їжі: пат. 55749U Україна: МПН F24J2/02 / Пуховий І.І., Кошарний Т.В. № u201006780; заявл. 01.06.2010; опубл. 27.12.2010, Бюл. №24.

6. Сонячна установка з нерухомим концентратором: пат. 25790U Україна: МПН F24J2/06 / Дворецький О.Т., Лабішев А.В., Дворецький Д.О. № u200702915; заявл. 19.03.2007; опубл. 27.08.2007, Бюл. №13.

**Енергетична діаграма геліоустановки**



**Вивчення системи слідування за Сонцем**

**Практичне значення:** геліоустановку «Наїтка Сонця» можна використовувати як портативне екологічно чисте автономне джерело теплової енергії на присадибних ділянках, під час подорожної та в польових умовах. Вона дозволяє реалізувати такі режими роботи: нагрівання води, приготування варених страв, заправка продуктів та їх розігрівання, виконання господарських робіт.



**Використання геліоустановки «Наїтка Сонця»**



Копія сертифікатів про проходження курсів «Стала та відновлювальна енергетика. Основи»

Рис. 4. Постер до проекту «Портативна геліоустанова «Квітка Сонця» як джерело теплової енергії в польових умовах»

Більшість конкурсів передбачають постерний захист та/або презентацію роботи під час наукової конференції. Для створення засобів візуалізації результатів наукового дослідження (постера (рис. 4), презентації, відео-

матеріалів) суб'єктами творчого середовища, окрім учениць та їхнього керівника, були науковець-консультант, учитель інформатики та батьки. Відеоматеріали під час заочного відбору робіт або під час дистанційного захисту дають

наочне уявлення щодо працездатності та технічних характеристик діючої моделі. У процесі створення засобів візуалізації авторки проекту зняли та завантажили на YouTube відеоролик «Портативна геліоустановка “Квітка Сонця” як джерело теплової енергії в польових умовах» для Всеукраїнського конкурсу молодіжних проєктів з енергозбереження «Енергія і середовище» (<https://youtu.be/PYjhUnZ69I8>). Учасниці також створили авторський логотип геліоустановки «Квітка Сонця» та друкований варіант постера.

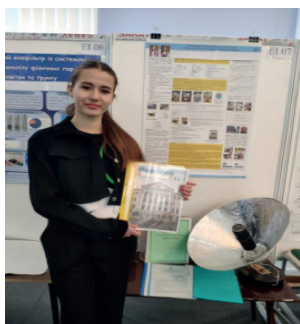
*Етап підготовки учнів до публічного захисту роботи* передбачає психолого-педагогічний супровід, особливо для тих, хто готується до виступу вперше та дуже хвилюється. Співпраця з психологом на цьому етапі сприяє розвитку комунікабельності, навичок публічних виступів та роботи в команді (рис. 5, а, б, в). На сьогодні такий супровід особливо актуальний з огляду на особливості дистанційної та змішаної форм навчання, недоліком яких є значні труднощі та дискомфорт у школярів під час виступу офлайн. Окрім психолога, до співпраці на цьому етапі залучалися консультанти-науковці та сторонні глядачі (учні, батьки, вчителі, студенти тощо). Необхідною умовою підготовки до виступу на міжнародних конкурсах є співпраця з викладачами англійської мови (технічна лексика) та безпосередньо з її носіями, оскільки навіть учні, які мають високий рівень навчальних досягнень з англійської мови, почуваються невпевнено у спілкуванні з членами журі (можуть розмовляти нечітко, з акцентом тощо).

Окремим напрямом роботи є співпраця зі спонсорами, оскільки участь у творчих

конкурсах потребує матеріальної підтримки юних дослідників: сплата організаційного внеску за участь, виготовлення друкованої продукції, проїзд та проживання учасників та осіб, що їх супроводжують (особливо на міжнародних конкурсах), тощо. Також на етапі експериментального дослідження запропонованого розв’язку перед учнями часто постає проблема високої вартості необхідних елементів для виготовлення діючої моделі. Зазвичай для демонстрації створюють макет, проте в такому разі учень не може експериментально пересвідчитися у працездатності запропонованого розв’язку та спирається лише на теоретичні розрахунки, які можуть істотно відрізнятись від показників, отриманих під час випробування.

**Висновки.** Результативність проєктної діяльності за STEAM-підходу суттєво підвищується за умови створення відповідного творчого середовища, суб’єктами якого, окрім безпосередньо здобувачів освіти, є батьки, вчителі, психологи, консультанти-науковці, патентні повірені, представники наукових видань, коректори, рецензенти, студенти, члени журі, експерти, спонсори, представники підприємств та ін. Склад учасників творчого середовища залежить від тематики проєктів. Задачею наукового керівника є організація зазначеного середовища та здійснення педагогічного супроводу здобувача освіти на всіх етапах роботи над проєктом.

У подальшому планується розглянути методичні аспекти організації творчого середовища та умови ефективної взаємодії між його суб’єктами під час проєктної діяльності здобувачів освіти.



а)



б)



в)

Рис. 5. Публічний виступ:  
а) стендовий захист проєкту; б) спілкування з членами журі;  
в) нагородження переможниць

## Список використаних джерел

1. Нова українська школа: концептуальні засади реформування середньої школи : ухвалено рішенням Колегії МОН України від 27.10.2016 р. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf> (дата звернення: 15.04.2024).
2. STEM 2026: a Vision for Innovation in STEM Education. Washington, District of Columbia : Office of Innovation and Improvement, US Department of Education, 2016. 64 p. URL: [https://innovation.ed.gov/files/2016/09/AIR-STEM2026\\_Report\\_2016.pdf](https://innovation.ed.gov/files/2016/09/AIR-STEM2026_Report_2016.pdf) (дата звернення: 17.04.2024).
3. Мехед О. Б., Мехед Д. Б. Використання технологій STEM/STEAM з метою популяризації наукової діяльності серед здобувачів освіти. *Інноваційні практики наукової освіти* : матеріали II Всеукраїнської науково-практичної конференції (Київ, 15–19 грудня 2022 року). Київ : Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2022. С. 658–663.
4. Світ інноваційних можливостей: актуальні питання розвитку STEM-освіти : колективна монографія / за заг. ред. О. Є. Стрижака, Ю. І. Завалевського. Київ, 2023. 254 с.
5. Биков В. Ю. Моделі організаційних систем відкритої освіти : монографія. Київ : Атіка, 2009. 684 с.
6. Швай Р. І. Творче навчальне середовище для формування креативної особистості. *Освіта та розвиток обдарованої особистості*. 2013. № 11. С. 14–18.
7. Упровадження STEM-освіти в умовах інтеграції формальної і неформальної освіти обдарованих учнів : методичні рекомендації / Н. І. Поліхун та ін. Київ : Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2019. 80 с.
8. Геліоустановка: пат. 155918 Україна: МПК F24S20/20 (2018.01), F24S23/00. № u2023 04725 ; заявл. 06.10.2023 ; опубл. 17.04.2024, Бюл. № 16 (кн. 1). 4 с.
9. Андреев А. М., Андреева О. А., Заець Г. Д., Кротова О. М. Портативна геліоустановка «Квітка Сонця»: аналіз конструкції та принцип дії. *Молодий вчений*. 2023. № 11 (123). С. 1–7. DOI: <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2023-11-123-22>.
10. Про охорону прав на винаходи і корисні моделі : Закон України від 15.12.1993 р. № 3687-XII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3687-12#Text> (дата звернення: 14.04.2024).
11. of Innovation and Improvement, US Department of Education. Retrieved from [https://innovation.ed.gov/files/2016/09/AIR-STEM2026\\_Report\\_2016.pdf](https://innovation.ed.gov/files/2016/09/AIR-STEM2026_Report_2016.pdf).
12. Mekhed, O. B., & Mekhed, D. B. (2022). Vykorystannia tekhnolohii STEM/STEAM z metoiu populyaryzatsii naukovoї diialnosti sered zdobuvachiv osvity [Use of STEM/STEAM technologies to popularize scientific activities among students]. *Proceedings of II Vseukrainska naukovo-praktychna konferentsiia "Innovatsiini praktyky naukovoї osvity" — The 2nd All-Ukrainian Scientific and Practical Conference "Innovative practices of scientific education"* (pp. 658–663). Kyiv : Instytut obdarovanoi dytyny NAPN Ukrainy [in Ukrainian].
13. Stryzhak, O. Ye., & Zavalevskiy, Yu. I. (Eds.). (2023). *Svit innovatsiinykh mozhlyvostei: aktualni pytannia rozvytku STEM [The world of innovative opportunities: current issues of the development of STEM education]*. Kyiv [in Ukrainian].
14. Bykov, V. Yu. (2009). *Modeli orhanizatsiinykh system vidkrytoi osvity [Models of organizational systems of open education]*. Kyiv : Atika [in Ukrainian].
15. Shvai, R. I. (2013). *Tvorche navchalne seredovyshechche dlia formuvannia kreatyvnoi osobystosti [A creative learning environment for the formation of a creative personality]*. *Osvita ta rozvytok obdarovanoi osobystosti — Education and development of a gifted personality*, 11, 14–18 [in Ukrainian].
16. Polikhun, N. I., Postova, K. H., Slipukhina, I. A., Onopchenko, H. V., & Onopchenko, O. V. (2019). *Uprovadzhennia STEM osvity v umovakh intehtratsii formalnoi i neformalnoi osvity obdarovanykh uchniv [Implementation of STEM education in the conditions of integration of formal and informal education of gifted students]*. Kyiv : Instytut obdarovanoi dytyny NAPN Ukrainy [in Ukrainian].
17. Helioustanovka [Portable helio installation]: pat. 155918 Ukraina: МПК F24J2/02 24S20/20 (2018.01), F24S23/00. № u 2023 04725 Ukraina: statement 06.10.2023. (2024). *Bul. № 16 (1)* [in Ukrainian].
18. Andreev, A. M., Andreyeva, O. A., Zaiets, H. D., & Krotova, O. M. (2023). *Portatyvna helioustanovka "Kvitka Sontsia": analiz konstruktsii ta pryntsypp dii. [Portable helio installation "Flower of the Sun": analysis of the design and principle of action]*. *Molodyi Vchenyi — Young Scientist*, 11 (123), 1–7. DOI: <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2023-11-123-22> [in Ukrainian].
19. *Zakon Ukrainy Pro okhoronu prav na vynakhody i korysni modeli pryiniatyi 31 hrud. 1993 roku № 3687-XII [The Law of Ukraine On Protection of Rights to Inventions and Utility Models from December 31 1993, № 3687-XII]*. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3687-12#Text> [in Ukrainian].

## References

1. *The New Ukrainian School: Conceptual Principles of Secondary School Reform*. (2016). Retrieved from <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/Book-ENG.pdf>.
2. *STEM 2026: a Vision for Innovation in STEM Education*. (2016). Washington, District of Columbia : Office

A. M. Andreev,  
O. A. Andreyeva

**CREATIVE ENVIRONMENT AS A FACTOR OF PERFORMANCE  
OF THE STEAM APPROACH TO THE PROJECT ACTIVITY OF EDUCATION ACQUISITIONS**

**Abstract.** *One of the primary technological tasks in the 21st century is the transition to alternative energy sources. In Ukraine, this task has gained new relevance due to military actions and significant destruction of the country's energy system. A necessary condition for the implementation of this task is the availability of scientific, technical and engineering specialists. However, worldwide, there is a trend of decreasing interest among education seekers in studying subjects of natural, technological, mathematical educational fields, which resulted in a low number of those wishing to acquire a profession in the natural and mathematical direction and, accordingly, in the future, specialists who can increase the country's competitiveness on the world market. Creative contests popular among young people are held in Ukraine every year, at which students of education from all over the country present their STEM-projects — the All-Ukrainian competition for the defense of scientific and research works of students who are members of the National Academy of Sciences, the All-Ukrainian competition for inventive and rationalizing projects in the ecological and naturalistic direction, the All-Ukrainian competition for youth scientific and technical projects "InventorUA", All-Ukrainian scientific and technical competition "Eco-Techno Ukraine", All-Ukrainian competition of youth projects on energy saving "Energy and environment", All-Ukrainian competition "Energy efficiency and ecology for schoolchildren", etc. There is a widespread misconception that student creative projects are the result of the work of only the schoolchildren themselves. This approach is mainly aimed at external motivation and negatively affects the self-esteem of students. From the experience of the authors, a great role in the creation of these projects belongs to the creative environment organized by STEM-teachers in the educational space. The article based on the example of the implementation of the innovative team STEAM-project "Portable solar installation "Sun Flower" as a source of thermal energy in the field" substantiates the effective influence of the creative environment on the effectiveness of the productive activities of students.*

**Keywords:** STEAM-education, STEAM-project, creative environment, creative contests for education seekers, subjects of the creative environment.

**ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРІВ**

**Андреев Андрей Миколайович** — д. пед. наук, професор, завідувач кафедри загальної та прикладної фізики, Запорізький національний університет, м. Запоріжжя, Україна, andreevandrijn@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5390-6813>

**Андреева Олена Андріївна** — практичний психолог, Комунальний заклад «Запорізька спеціалізована школа-інтернат II–III ступенів «Козацький ліцей» Запорізької обласної ради, м. Запоріжжя, Україна, libris1@ukr.net; ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-8809-5842>

**INFORMATION ABOUT THE AUTHORS**

**Andreev A. M.** — D. Sc. in Pedagogy, Professor, Head of the Department of General and Applied Physics, Zaporizhzhia National University, Zaporizhzhia, Ukraine, andreevandrijn@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5390-6813>

**Andreyeva O. A.** — Practical Psychologist, Zaporizhzhia Specialized Boarding School II–III Levels "Cossack Lyceum" of the Zaporizhzhia Regional Council, Zaporizhzhia, Ukraine, libris1@ukr.net; ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-8809-5842>

Стаття надійшла до редакції / Received 08.05.2024

Д. В. Касьянов

## ГЕЙМІФІКАЦІЯ В СУЧАСНИХ УКРАЇНСЬКИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ

**Анотація.** У цій статті висвітлюються результати наукових досліджень у сфері гейміфікації. Проаналізовано останні публікації, які стосуються гейміфікації, в українській науковій фаховій періодиці. Основна увага приділяється застосуванню гейміфікації в освіті — початковій, середній і вищій. Акцентовано, що для вищої освіти гейміфікація сприяє індивідуалізації навчання та покращенню його якості. Проведені дослідження свідчать про те, що гейміфікація може бути використана для підвищення мотивації студентів, а також для розробки більш ефективних та персоналізованих навчальних програм. Окрім цього, розглядаються філософські аспекти гейміфікації, зокрема її вплив на етику, владу, автентичність, сенс життя та соціальну справедливість крізь психологію, менеджмент і маркетинг. У проаналізованих дослідженнях також ідеться про позитивний вплив гейміфікації на взаємодію з людиною, проте наголошується на потенційних ризиках, таких як відволікання учнів, можливий негативний вплив гаджетів на здоров'я та труднощі в організації ігрової діяльності. Наведено думки науковців про те, що гейміфікація негативно позначається на психіці молоді через можливий вплив на неї ігор. Вказано про необхідність розробки теоретичних підходів і методологій, що дадуть змогу краще зрозуміти і використати гейміфікацію в різних сферах діяльності. Запропоновано декілька напрямів подальшого вивчення гейміфікації крізь призму етики та соціальних наук. Результатом є розуміння того, що філософія може допомогти досягнути глибших аспектів гейміфікації та її вплив на суспільство, людину і світ.

**Ключові слова:** гейміфікація, методи, ігри, соціальна комунікація.

**Постановка проблеми.** Гейміфікація як дефініція тлумачиться науковцями залежно від варіативності досліджень. Однак на практиці зустрічається і не зовсім зрозуміле (з першого погляду) її пояснення як «експлуатаційне програмне забезпечення», а подекуди і просто «містифікація». На це, зокрема, вказують Іан Богост і Ян Клабберс [1; 2]. Вони описують гейміфікацію як маркетинговий термін або бізнес-практику, створену для продажу продуктів, а не для відображення реального та унікального явища, що зумовлює ставлення до гейміфікації як науки. Однак, на нашу думку, такий погляд є поверхневим, оскільки ігнорується розвиток теорії та емпіричних досліджень гейміфікації в межах постпозитивістської епістемології. Фактично, оскільки гейміфікація спрямована на результат

загального проектування гри, сучасне дослідження гейміфікації має більш міцне підґрунтя в соціальній науці, ніж багато досліджень ігор.

Наука про застосування гри належить до розробки теорій дизайну гейміфікації та їх емпіричної оцінки в різних соціальних системах. Тому метою практичних досліджень у сфері гейміфікації має бути розуміння того, як краще досягти організаційних цілей завдяки дизайну гейміфікаційних втручань, використанню інсайтів, отриманих як з науки гейміфікації, так і більш широкою галузі досліджень ігор.

Існує багато різних визначень гейміфікації як у науковій літературі, так і серед практиків. Одне з них особливо виділяється і набуло популярності завдяки Іану Богосту, який стверджував, що «гейміфікація — це містифікація» і «експлуатаційне програмне забезпечення» [1]. Цей погляд знайшов відгук у риторичі деяких

дослідників ігрових методів пізнання, в тому числі Яна Клабберса, слугуючи для дискредитації цілого напрямку гейміфікації як законної наукової діяльності. Ян Клабберс так описує зазначене явище: «Гейміфікація — це бізнес-практика... метод управління... [вона] не має на меті перетворювати бізнес-процеси на веселу гру» [2, с. 231–232].

У цьому контексті слід розуміти, що сам Ян Клабберс не є практиком і не наводить жодних емпіричних доказів на підтримку своєї точки зору: «гейміфікатори застосовують біхевіористський підхід до управління робочим місцем для покращення результативності» [2, с. 231–232].

Він не описує гейміфікацію як практику, а розуміє її з огляду на свої суб'єктивні бачення. Водночас бездоказовість і необґрунтованість будь-якої думки є лише інтерпретацією власного розуміння. І в цьому контексті сумнівною вбачається логіка такого тлумачення гейміфікації.

Невипадково Ян Клабберс та інші подібні до нього особи й досі не знаходять широкої підтримки, і їхні роздуми про гейміфікацію виглядають лише малоймовірними припущеннями, зробленими на бездоказових підставах. Навпаки, сучасні вчені в галузі соціальних наук, як правило, дотримуються поглядів постпозитивізму, який не є ні логічно-позитивістським, ні постмодерністським за своєю суттю. Простіше кажучи, логічні позитивісти вважають, що існує загальнооб'єктивна та об'єктивно вимірювана реальність, постмодерністи вважають, що всі знання соціально конструюються, а отже — суб'єктивні. У свою чергу, постпозитивісти вважають, що існує об'єктивна реальність, яка сприймається крізь призму суб'єктивної інтерпретації.

Постпозитивізм, як правило, приписується Карлу Попперу [3] і є філософською основою практично всієї сучасної соціальної науки. Приймаючи таку епістемологію, на нашу думку, для мінімізації упередженості та суб'єктивності слід виокремити існуючі на сьогодні погляди на гейміфікацію з точки зору соціально-філософського конструкта та історичності в застосуванні ігрових методик у різних сферах суспільного буття. Це сприятиме більш широкому розумінню про гейміфікацію як науковий підхід і створить передумови для вироблення саме методологічної основи дослідження предмета та об'єкта гейміфікації.

На тлі зазначених вище упередженостей стосовно такого явища, як гейміфікація, вбачається за доцільне актуалізувати окреслену тематику

дослідження, ґрунтуючись на сучасних українських наукових розвідках, а саме з'ясувати, які ж підходи до вивчення гейміфікації застосовують науковці та практики.

#### **Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

На сьогодні значна кількість робіт, присвячених проблемі гейміфікації, належить зарубіжним авторам. Це легко перевірити завдяки Google Scholar. Водночас в українській науці цій темі приділено менше досліджень, які переважно стосуються саме впровадження практик гейміфікації в ту чи іншу соціальну систему та інститути. Здебільшого це наукові статті з питань педагогіки та освіти і використання гейміфікації в них. Однак відомо, що гейміфікація має ширше коло застосування: крім педагогіки та освіти, вона простежується в маркетингу, IT-сфері, медицині, юриспруденції, економіці, військовій справі та в інших галузях.

Отже, за останні 10 років українська наукова спільнота поступово долучається до вивчення проблеми гейміфікації та застосування цього феномену в різних аспектах життєдіяльності людини. Передусім завдяки Google Scholar в українському сегменті можна простежити переважання саме освітньої сфери. К. Осадча, І. Крашеніннік, О. Попадич, І. Махович, Є. Антонов, Я. Сікора, І. Турчина, О. Скларенко, О. Третьяк, К. Ткаченко та інші науковці досліджують проблеми гейміфікації крізь призму освіти та навчальних дисциплін. Наприклад, К. Осадча та І. Крашеніннік аналізують особливості екосистеми цифрового навчання на основі концепції STEAM-гейміфікації та визначення шляхів її адаптації до умов закладів освіти України [4].

О. Попадич у колективній статті «Впровадження ігрової діяльності у початковій школі: виклики та перспективи» робить висновок про те, що ігровий метод навчання є ефективним інструментом для підвищення якості освіти в початковій школі, сприяючи не лише покращенню освітнього процесу, а й загальному розвитку учнів і набуттю ними знань та вмінь [5].

Інші зазначені вище науковці досліджують застосування гейміфікації в різних навчальних дисциплінах [6; 7].

Крім використання гейміфікації в освітній галузі, певне коло дослідників звертає увагу й на інші сфери діяльності соціуму, в яких застосовуються принципи ігрових методик. Зокрема, наприклад, Л. Анищенко досліджує



проблеми терапії стрес-асоційованих розладів за допомогою віртуальної реальності та гейміфікації [8].

В. Кармазінова висвітлює практики застосування гейміфікації в українських компаніях з метою забезпечення довгострокової лояльності споживачів до брендів [9, с. 835]. Т. Деділова, О. Юрченко і Я. Кононенко досліджують соціальну сутність гейміфікації та особливості її застосування в різних сферах соціальної економіки, зокрема в маркетингу [10].

Дослідженням застосування гейміфікації у сфері менеджменту переймається Т. Кузнецова. На думку авторки, практичні поради щодо впровадження гейміфікації в процесі освоєння методів і технік проектного менеджменту допомагають підвищити мотивацію і покращити результати командної співпраці та залучення клієнтів [11].

Соціологічному переосмисленню гейміфікації як ідеології приділяє увагу В. Ніколаєнко. Науковець зазначає: «... дослідники гейміфікації як соціальної технології роблять все для того, щоб вона стала більш витонченою... Якщо класичні ідеології мали чітко визначену доктринальну складову і передбачали процес вище означеної рефлексії над нею, то сучасні соціально-політичні ідеології запроваджуються в свідомість людей через різного роду технології, серед яких не останнє місце займає технологія гейміфікації, а найбільше через розробку спеціально створених комп'ютерних ігор, орієнтованих на відповідну політичну соціалізацію у формі ігрової соціалізації, спрямованої на культивування ігрового мислення та відповідної ігрової поведінки. І все це робиться на основі найостанніших досліджень та розробок в психології комп'ютерних ігор, а ширше, в кіберпсихології» [12, с. 379].

Отже, в результаті аналізу українських досліджень проблем гейміфікації доходимо висновку, що вони перебувають на етапі становлення. Про це свідчить, зокрема, і значна зацікавленість практиків у впровадженні методів гри у певну свою діяльність, тоді як наукові розробки, присвячені гейміфікації, містять незначну кількість наукового матеріалу і наразі мають описовий характер.

**Мета та завдання.** Метою статті є характеристика гейміфікації в сучасних українських дослідженнях крізь призму соціально-філософського конструкту, під яким мається на увазі

сукупність суспільних відносин незалежно від поділу їх на первинні й вторинні, як такі, що в певних історичних умовах можуть відігравати як провідну, так і другорядну роль під час впровадження методик гри в певні галузі та напрями життєдіяльності суспільства.

Для розуміння логіки вивчення проблеми цього дослідження необхідно вирішити такі завдання:

1. Проаналізувати в сучасних українських наукових публікаціях дослідження феномену гейміфікації.

2. Дослідити основні результати вивчення проблем, пов'язаних з гейміфікацією.

3. Виявити основні напрями методологій дослідження гейміфікації в сучасній українській науковій літературі.

4. Сформувати та обґрунтувати можливі соціальні підходи для виокремлення гейміфікації в самостійну теорію (концепцію).

**Виклад основного матеріалу.** Як зазначено вище, основна тематика в наукових публікаціях за 2023 р. і півріччя 2024 р. стосується передусім використання гейміфікації у галузях педагогіки та освіти. У цьому контексті автори застосовують загальнонаукові методи дослідження проблем гейміфікації, передусім це методи опису, систематизації, структурного аналізу та спостереження. Так, К. Осадча, І. Крашенінник і В. Осадчий, спираючись на методи індукції та дедукції, діалектичний, систематизації та структурний методи, дослідили одну з моделей побудови освітнього процесу, яку спрямовано на розвиток цифрових навичок та інноваційних якостей здобувачів професійно-технічної освіти. На їхню думку, «модель має гарний потенціал для адаптації в закладах освіти України і загалом узгоджується з сучасними практиками української освіти» [4, с. 112].

Ця модель — STEAM-гейміфікація. Зауважимо, що автори матеріалу не узагальнюють зазначене поняття, а розкривають його з використанням індуктивно-дедуктивного методу дослідження, а саме структуру цієї моделі розкладають на компоненти та намагаються охарактеризувати кожен з них.

Також проблемам STEAM-гейміфікації приділяє увагу О. Матяш. Дослідниця аналізує гейміфікацію крізь призму STEM- і STEAM-технологій за різними педагогічними дисциплінами. Але на відміну від попередніх авторів О. Матяш

розглядає і недоліки гейміфікації, що виділяє її наукові розробки з-поміж більшості наукових матеріалів, розглянутих нами.

Так, дослідниця зазначає, що застосування STEM-технологій дає можливість об'єднувати кілька дисциплін в один проєкт. Сучасним учням важливо бачити результати своєї праці і вони радіють, коли можуть отримати оцінки з різних предметів, працюючи над одним проєктом. «Проте чи все це так ідеально? Чи може використання гаджетів у школах мати негативні сторони?» [13, с. 473–474].

За допомогою методу спостереження ця авторка виявила, що однією з проблем, як вона зазначає, є те, що школярі можуть застосовувати пристрої для розваг, а не для навчання. Це відволікає від уроків і викликає невдоволення вчителів. Крім того, гаджети навантажують зір і впливають на здоров'я.

Ще однією перешкодою в реалізації STEM-освіти є значний час, потрібний для підготовки уроків, тривалість проєктів і брак матеріально-технічних ресурсів. Однак переваги значно перевищують недоліки. Успіх у впровадженні педагогічних інновацій залежить від багатьох чинників, головними з яких є рівень компетентності вчителя та його готовність використовувати нові підходи. Учні мають усі шанси на успіх у майбутньому, займаючись справою, яка їм до душі [13, с. 474].

Проблеми впровадження ігрової діяльності у початковій школі вивчають науковці Ужгородського національного університету. Так, О. Попадич, Б. Попадич і А. Панющик вважають, що завдяки застосуванню ігрової діяльності на заняттях у молодшій школі краще розвиваються індивідуальні здібності учнів, різні компетенції, зокрема моторно-кінестетична, просторова, когнітивна, міжособистісна, внутрішньоособистісна, вміння спілкуватися, співпрацювати.

Використовуючи загальнонаукові методи дослідження, науковці виявили, що ігрова діяльність стимулює пізнавальну активність, сприяє розвитку творчого мислення, формує комунікативні навички, розвиває емоційний інтелект. Важливо зазначити, що ігрова діяльність повинна бути правильно організована, а вчитель мусить підбирати ігри, які відповідають віковим та індивідуальним особливостям дітей, створювати атмосферу довіри та підтримки, заохочувати дітей до самостійності та ініціативи,

слідкувати за тим, щоб усі діти брали участь у грі та мали можливість проявити себе [5, с. 236].

Подібних висновків також доходять і освітяни І. Турчина та І. Подоляк з Національного університету «Чернігівський колегіум» імені Т. Г. Шевченка. Як зазначають дослідники, гейміфікація — це корисний та цікавий метод, який є відповіддю на багато викликів сучасності. Зокрема, він є ефективним при змішаному навчанні в початковій школі. Звичайно, навчання — це серйозна діяльність, однак воно має бути цікавим, практико-орієнтованим і спрямованим на розвиток особистісних якостей учнів, а не тільки зубріння певних знань. І з цими завданнями чудово може впоратися метод гейміфікації [14, с. 772].

Питання негативних аспектів, спричинених упровадженням гейміфікації в освітній процес у початковій школі, висвітлюють у своїй роботі О. Третяк та І. Клімцова. Серед основних недоліків представниці Рівненського державного гуманітарного університету вбачають:

- нерозуміння цілей і завдань навчання;
- невміння впроваджувати ігрові механіки;
- недостатню комунікацію під час освітнього процесу;
- недостатню підготовку вчителів початкових класів з використання інформаційних технологій та засобів;
- наявність часових витрат, пов'язаних із розробкою та впровадженням ігрової діяльності [15, с. 254].

Крім цього, дослідниці звертають увагу, що гейміфікація передбачає введення елементів гри не тільки у цифровому форматі, а й створення ситуації успіху, збирання фішок, нагородження, бонуси тощо [15, с. 258].

Певне коло науковців приділяє увагу проблемам впровадження гейміфікації у вищій освіті. Так, І. Махович, зазначаючи про гейміфікацію як сучасний інструмент для навчання, виділяє її з точки зору методу сприяння індивідуалізації навчання та покращенню якості освіти в галузі комп'ютерних спеціальностей. Автор пише: «Враховуючи різноманітність стилів навчання та індивідуальних потреб студентів, гейміфікація відкриває нові горизонти для персоналізованого навчання, забезпечуючи кожного студента індивідуальним та ефективним навчальним досвідом» [6, с. 331].

У свою чергу, досліджуючи проблеми гейміфікації в системі вищої освіти, Я. Сікора

зауважує, що потрібна методика гейміфікації навчальних дисциплін, яка включала б розробку гейміфікованих та цілісно-ігрових освітніх компонентів [16]. Не можна не погодитися із цим твердженням, оскільки на сьогодні використання гейміфікації (принаймні з огляду на ті дослідження, які ми аналізуємо) знаходиться у площині впровадження західних практик. Однак наскільки вони є успішними та ефективними, може засвідчити тільки час. Проте певні науковці на підставі вивчення поодиноких методів гейміфікації все-таки переконані в їх ефективності. Так, О. Березінська серед багатьох реалізованих проєктів із застосуванням гейміфікації приділяє увагу інтерактивним панелям. Вона вважає, що їх використання надає можливості українським освітянам знаходити міжнародну підтримку, щоб забезпечити свій заклад найсучаснішими навчальними технологіями і готовність міжнародних організацій до активної співпраці з українською освітою [17, с. 40].

Підтвердженням тому, що гейміфікація в системі підготовки фахівців має більше переваг, аніж недоліків, є, зокрема, і використання конкретних відеоігор, які, безперечно, захоплюють молоде покоління (а з особистого досвіду можна сказати — і не тільки молоде!) при вивченні певних предметів. Наприклад, С. Рябець та І. Рябець упевнені, що відеоігри є не лише захопливим інструментом розваг, а й потужним засобом навчання та розвитку різноманітних умінь і навичок. Через величезну різноманітність жанрів та підходів ігри можуть впливати на різні сфери освіти та розвитку особистості. Саме такі погляди приводять до нового розуміння ролі відеоігор в освіті та відкривають шлях до більш креативних та інноваційних методів навчання в майбутньому [18, с. 710].

В освітній сфері на відміну від інших, як виявляється, найбільш активно застосовують методи гейміфікації. Однак існують певні намагання дослідників вивчити процеси гейміфікації крізь призму інших напрямів діяльності людини. Наприклад, практики у галузях психології, маркетингу, менеджменту також мають певні напрацювання з питань впровадження гейміфікації. Так, Л. Анищенко, голова Асоціації тілесно-орієнтованих психологів України, у своїй роботі про терапію стрес-асоційованих розладів за допомогою віртуальної реальності та гейміфікації зосереджується на останньому методі

як значному потенціалі для залучення користувачів та активізації їхньої мотивації в комплаєнсі стрес-індукованих розладів, тривоги та депресії. Психологиня пише, що при застосуванні елементів гри, змагання та винагороди, гейміфікація може мотивувати клієнтів до поведінкової активності, яка полегшує симптоми тривоги та депресії [8]. Це дуже цікавий підхід, особливо в часи постійних депресій і тривоги, зумовлених воєнними діями на нашій території. Однак, на жаль, досліджень за цим напрямом фактично немає.

Поодинокі наукові розробки щодо використання методів гейміфікації починають з'являтися в українському сегменті споживачів. Так, В. Кармазінова пише про використання гейміфікації для забезпечення довгострокової лояльності споживачів до українських компаній.

Результати її емпіричних досліджень свідчать, що для вітчизняних компаній основними етапами впровадження гейміфікації мають стати:

- оцінка існуючої програми лояльності та аналіз маркетингового середовища;
- визначення цілей, визначення цільової аудиторії;
- вибір елементів гейміфікації;
- визначення цільових дій, за які будуть нараховуватися вигоди для споживачів;
- налаштування KPI;
- впровадження елементів гейміфікації в програму лояльності;
- оцінка і контроль діяльності;
- оновлення та доповнення елементів гейміфікації в програмі лояльності [9, с. 82].

Можна погодитися з тим, що така поетапність дасть змогу раціонально визначити складові процесу гейміфікації, що в цілому підвищить інтерес до відповідної програми лояльності. Однак, знов-таки, залишається не розв'язаною проблема застосування гейміфікації як методу, що, у свою чергу, потребує наукових досліджень як конструкт, з предметом, об'єктом дослідження, а також методологією вивчення.

Цікавими науковими розвідками щодо проблем гейміфікації є дослідження Т. Деділової, О. Юрченко та Я. Кононенко. Вчені намагаються проаналізувати гейміфікацію крізь різні напрями, зокрема освіту, бізнес і маркетинг, охорону здоров'я та соціальні мережі, для підтвердження того, що відповідна методика є соціальним феноменом. Дослідниці впевнені, що гейміфікація

як соціальний феномен і тренд у маркетингу є потужним інструментом, що сприяє позитивним змінам і формує активну та відповідальну громадянську позицію в українському суспільстві, стимулюючи позитивні звички у його членів. З економічної точки зору, прихований маркетинговий вплив гейміфікації полягає в тому, що вона здатна створювати емоційно насичені взаємодії, спонукаючи аудиторію до активної участі та взаємодії з брендом. Це дієвий спосіб збільшити обсяги продажів, створити позитивний імідж і зміцнити лояльність. Завдяки гейміфікації маркетологи можуть творчо підходити до вирішення завдань, роблячи взаємодію з брендом цікавою та привабливою [10, с. 58].

Ще одним привабливим дослідженням є наукові розробки Т. Кузнєцової. Авторка розглядає гейміфікацію крізь призму проектного менеджменту. Як зазначає вчена: «Гейміфікація в управлінні проектами створює структуру, графічний інтерфейс, ігрові елементи та ігрові механізми, які поєднуються, щоб створити стимул для учасників досягати цілей і ефективно виконувати завдання. Це покращує управління та сприяє більш успішному завершенню проектів, роблячи їх більш захоплюючими та корисними для всіх учасників» [11, с. 278].

З огляду на зазначені вище напрацювання, на нашу думку, науковець, який досліджує проблеми гейміфікації, стикається з тим, що сам метод наразі є сталою практикою і вона може змінюватися під впливом як застосовуваних у ній елементів гри, так і під впливом наукових дисциплін, які займаються її вивченням. Водночас цілісності розуміння гейміфікації як феномену, на наше переконання, має надати розробка теорії гейміфікації крізь призму насамперед таких соціальних наук, як філософія, соціологія, психологія та педагогіка. Подальше вивчення гейміфікації за допомогою методів і методологій зазначених наукових напрямів сприятиме розвитку методів, подібних до гейміфікації.

**Висновки та подальші розробки.** Гейміфікація в сучасних наукових публікаціях переважно розглядається в контексті освіти та педагогіки. Науковці відзначають її потенціал для розвитку цифрових навичок та інноваційних якостей серед студентів професійно-технічної освіти, особливо за моделлю STEAM-гейміфікації.

Дослідники використовують загальнонаукові методи опису, систематизації, структурного

аналізу та спостереження для вивчення моделей гейміфікації в освітньому процесі, що допомагає визначити основні компоненти та їх ефективність.

Гейміфікація є ефективним підходом при змішаному навчанні в початковій школі, адже сприяє розвитку комунікативних і творчих здібностей учнів. Водночас вона допомагає зробити освітній процес цікавим та практично-орієнтованим, зберігаючи елемент розваги.

Деякі науковці вказують на недоліки гейміфікації, такі як відволікання учнів від навчання через використання гаджетів, можливі проблеми із зором та здоров'ям, а також тривалість підготовки ігрових проектів та брак матеріально-технічних ресурсів.

У вищій освіті гейміфікація сприяє індивідуалізації навчання та покращенню його якості. Дослідження засвідчують, що вона може бути використана для підвищення мотивації студентів, а також для розробки більш ефективних та персоналізованих навчальних програм.

Окрім освітньої, гейміфікація розглядається і в інших сферах, таких як психологія, маркетинг, менеджмент тощо. Наприклад, у терапії стрес-асоційованих розладів, маркетингу для залучення клієнтів і мотивації, а також в управлінні проектами для стимулювання ефективності та досягнення цілей.

Зважаючи на значний інтерес до гейміфікації, існує потреба в розробці цілісної теорії, яка могла б пояснити гейміфікацію як феномен і довести необхідність вивчення її крізь призму соціальних наук, таких як філософія, соціологія, психологія та педагогіка.

На завершення нашого дослідження хотілося б зазначити, що гейміфікація як концепція, що з'явилася в результаті інтеграції ігрових механік у неігрові контексти, являє собою цікаве поле для філософського аналізу.

У подальші дослідження гейміфікації крізь філософію варто включати такі аспекти:

1. Філософський аналіз гейміфікації може досліджувати те, як ігрові принципи та механіки сприяють перетворенню різних сфер життя на більш «ігрові» і що це означає для розуміння людської природи та культури.

2. Гейміфікація порушує питання про моральні наслідки використання ігрових механік. Чи етично мотивувати людей через ігрові елементи? Чи здатні ці практики призвести

до маніпуляції, викликати залежність або сприяти виключенню чи дискримінації?

3. Ігри можуть бути інструментом влади та контролю. Подальші розробки в цьому напрямі нададуть відповідь на запитання: як гейміфікація може бути використана для маніпулювання поведінкою, посилення контролю або підсилення ідеології? Філософський аналіз допоможе звернути увагу на те, як, наприклад, влада й гейміфікація взаємодіють.

Зрештою, філософія може допомогти зрозуміти глибші аспекти гейміфікації та її вплив на суспільство, людину і світ. Аналіз цих питань сприятиме більш етичному та осмисленому використанню гейміфікації в різних контекстах.

#### Список використаних джерел

- Bogost I. Gamification is bullshit. *The Atlantic*. 2011. URL: <https://www.theatlantic.com/technology/archive/2011/08/gamification-is-bullshit/243338/> (дата звернення: 11.05.2024).
- Klabbers J. H. G. On the architecture of game science. *Simulation & Gaming*. 2018. № 49. Pp. 207–245. URL: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1046878118762534> (дата звернення: 11.05.2024).
- Popper K. *Conjectures and refutations: The growth of scientific knowledge*. London : Routledge, 1963. URL: [https://books.google.com.ua/books?hl=uk&lr=&id=zXh9AwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&ots=puK2D-Ao8TX&sig=h77sGqolcVP82fTmqM5SHA6uOo&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ua/books?hl=uk&lr=&id=zXh9AwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&ots=puK2D-Ao8TX&sig=h77sGqolcVP82fTmqM5SHA6uOo&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false) (дата звернення: 11.05.2024).
- Осадча К. П., Крашеніннік І. В. Формування цифрових навичок у здобувачів професійної освіти: зарубіжні освітні практики. *Інноваційна педагогіка*. 2024. Вип. 68. Т. 2. С. 110–113.
- Попадич О. О., Попадич Б. Т., Панющик А. В. Впровадження ігрової діяльності у початковій школі: виклики та перспективи. *Інноваційна педагогіка*. 2024. Вип. 68. Т. 1. С. 233–236.
- Махович І. Гейміфікація в контексті індивідуалізації навчання студентів комп'ютерних спеціальностей. *Світ дидактики: дидактика в сучасному світі* : зб. матеріалів III Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (7–8 листопада 2023 року, м. Київ). Київ : Видавництво Людмила, 2023. С. 328–332.
- Антонов Є. Реалізація гейміфікованого підходу у підготовці майбутнього вчителя інформатики. *Вісник. Наука та освіта. Серія: філологія, культура і мистецтво, педагогіка, історія та археологія, соціологія*. 2024. № 1 (19). С. 665–678.
- Анищенко Л. Новий підхід в терапії стрес-асоційованих розладів за допомогою віртуальної реальності та гейміфікації. 2023. URL: <https://mediaosvita.org.ua/wp-content/uploads/2023/11/Anyshhenko-L-Novyj-podyh-v-terapiyi-stres-asotsijovanyh-rozladiv-za-dopomogoyu-virtualnoyi-realnosti-ta-gejmifikatsiyi.pdf> (дата звернення: 11.05.2024).
- Кармазінова В. Гейміфікація програм лояльності споживачів. *Cientia ructuosa*. 2024. № 153 (1). С. 70–83.
- Деділова Т., Юрченко О., Кононенко Я. Гейміфікація як соціальний феномен і тренд сучасного маркетингу. *Проблеми і перспективи розвитку підприємництва* : зб. наук. пр. 2023. № 31. С. 54–63.
- Кузнєцова Т. Нові горизонти: гейміфікація у проектному менеджменті. *Українські студії в європейському контексті*. 2023. Вип. 7. С. 269–278.
- Ніколаєнко В. Л. Гейміфікація ідеології: соціологічна рефлексія. *Innovative approaches to solving scientific problems : the 19th International Scientific and Practical Conference (Tokyo, Japan, May 16–19, 2023)*. Tokyo, 2023. С. 375–381.
- Матяш О. Сучасні тенденції та перспективи впровадження STEM- і STEAM-освіти на уроках англійської мови. *Інноваційні практики наукової освіти* : матеріали III Всеукраїнської науково-практичної конференції (Київ, 6–12 грудня 2023 року). Київ : Інститут обдарованої дитини, 2023. С. 467–474.
- Турчина І. С., Подоляк І. М. Гейміфікація як інноваційний засіб реалізації змішаного навчання в початковій школі. *Інноваційні практики наукової освіти* : матеріали III Всеукраїнської науково-практичної конференції (Київ, 6–12 грудня 2023 року). Київ : Інститут обдарованої дитини, 2023. С. 768–773.
- Третяк О. М., Клімцова І. І. Педагогічні умови ефективної гейміфікації освітнього процесу початкової школи. *People and the world: global problems of human development* : Abstracts of XIV International Scientific and Practical Conference (Czech Republic, December 18–20, 2023). Prague, Czech Republic, 2023. Pp. 252–258.
- Сікора Я. Дидактичний потенціал цифрових технологій для гейміфікації освітнього процесу. 2023. URL: [http://eprints.zu.edu.ua/38902/1/%D0%BC%D0%B0%D0%BA%D0%B5%D1%82\\_23\\_%D1%80%D0%B5%D0%B7%D1%83%D0%BB%D1%8C%D1%82%D0%B0%D1%821-133-136.pdf](http://eprints.zu.edu.ua/38902/1/%D0%BC%D0%B0%D0%BA%D0%B5%D1%82_23_%D1%80%D0%B5%D0%B7%D1%83%D0%BB%D1%8C%D1%82%D0%B0%D1%821-133-136.pdf). (дата звернення: 11.05.2024).
- Березінська О. Застосування сучасних, інтерактивних методик на уроках іноземної мови. *Інноваційні практики наукової освіти* : матеріали III Всеукраїнської науково-практичної конференції (Київ, 6–12 грудня 2023 року). Київ : Інститут обдарованої дитини, 2023. С. 36–40.

18. Рябець С. І., Рябець І. С. Технології відеогри як засіб навчання. *Інноваційні практики наукової освіти* : матеріали III Всеукраїнської науково-практичної конференції (Київ, 6–12 грудня 2023 року). Київ : Інститут обдарованої дитини, 2023. С. 707–710.

## References

- Bogost, I. (2011). Gamification is bullshit. *The Atlantic*. Retrieved from <https://www.theatlantic.com/technology/archive/2011/08/gamification-is-bullshit/243338>.
- Klabbers, J. H. G. (2018). On the architecture of game science. *Simulation & Gaming*, 49, 207–245. Retrieved from <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1046878118762534>.
- Popper, K. (1963). *Conjectures and refutations: The growth of scientific knowledge*. London : Routledge. Retrieved from [https://books.google.com.ua/books?hl=uk&lr=&id=zXh9AwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&ots=puK2DAo8TX&sig=h77sGqolcVP82fTmqM-5SHA16uOo&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ua/books?hl=uk&lr=&id=zXh9AwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&ots=puK2DAo8TX&sig=h77sGqolcVP82fTmqM-5SHA16uOo&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false).
- Osadcha, K. P., & Krasheninnik, I. V. (2024). Formuvannya tsyfrovikh navychok u zdobuvachiv profesiinoi osvity: zarubizhni osvitni praktyky [Formation of digital skills in vocational education seekers: foreign educational practices]. *Innovatsiina pedahohika — Innovative Pedagogy*, 68, 2, 110–113 [in Ukrainian].
- Popadych, O. O., Popadych, B. T., & Panushchik, A. V. (2024). Vprovadzhennia ihrovoi diialnosti u pochatkovii shkoli: vyklyky ta perspektyvy [Implementation of gaming activities in primary school: challenges and prospects]. *Innovatsiina pedahohika — Innovative Pedagogy*, 68, 1, 233–236 [in Ukrainian].
- Makhovych, I. (2023). Heimifikatsiia v konteksti individualizatsii navchannia studentiv kompiuternykh spetsialnostei [Gamification in the context of individualization of learning for computer science students]. *Svit didaktyky: didaktyka v suchasnomu sviti — World of Didactics: Didactics in the modern world* : Proceedings of the III International Scientific and Practical Internet Conference. (pp. 328–332). Kyiv : Vydavnytstvo Liudmyla [in Ukrainian].
- Antonov, Ye. (2024). Realizatsiia heimifikovanoho pidkhodu u pidhotovtsi maibutnoho vchytelia informatyky [Implementation of a gamified approach in the preparation of future computer science teachers]. *Visnyk. Nauka ta osvita. Serii: filolohiia, kultura i mystetstvo, pedahohika, istoriia ta arkhelohiia, sotsiolohiia — Bulletin. Science and Education. Series: Philology, Culture and Arts, Pedagogy, History and Archaeology, Sociology*, 1 (19), 665–678 [in Ukrainian].
- Anyshchenko, L. (2023). Novyi podykh v terapiyi stres-asotsiirovanykh rozladiv za dopomohoiu virtualnoi realnosti ta heimifikatsii [A new breath in the therapy of stress-associated disorders through virtual reality and gamification]. Retrieved from <https://mediaosvita.org.ua/wp-content/uploads/2023/11/Anyshhenko-L-Novyj-podyh-v-terapiyi-stres-asotsiirovanykh-rozladiv-za-dopomogoyu-virtualnoyi-realnosti-ta-gejmifikatsiyi.pdf> [in Ukrainian].
- Karmazinova, V. (2024). Heimifikatsiia program loialnosti spozhyvachiv [Gamification of consumer loyalty programs]. *Cientia ructuosa*, 153 (1), 70–83 [in Ukrainian].
- Dedilova, T., Yurchenko, O., & Kononenko, Ya. (2023). Heimifikatsiia yak sotsialnyi fenomen i trend suchasnoho marketynhu [Gamification as a social phenomenon and a trend in modern marketing]. *Problemy i perspektyvy rozvytku pidpriemnytstva — Problems and Prospects of Entrepreneurship Development* : Collection of Scientific Works. (Vol. 31), (pp. 54–63) [in Ukrainian].
- Kuznetsova, T. (2023). Novi horyzonty: heimifikatsiia u proektnomu menedzhmenti [New horizons: gamification in project management]. *Ukrainski studii v yevropeiskomu konteksti — Ukrainian studies in a European context*, 7, 269–278 [in Ukrainian].
- Nikolaenko, V. L. (2023). Heimifikatsiia ideolohii: sotsiolohichna refleksiiia [Gamification of ideology: sociological reflection]. *Innovative approaches to solving scientific problems* : The 19th International Scientific and Practical Conference (Tokyo, Japan, May 16–19, 2023). (pp. 375–381). Tokyo [in Ukrainian].
- Matiash, O. (2023). Suchasni tendentsii ta perspektyvy vprovadzhennia STEM- i STEAM-osvity na urokakh anhliiskoi movy [Current trends and prospects of implementing STEM and STEAM education in English language lessons]. *Innovatsiini praktyky naukovoї osvity — Innovative Practices in Scientific Education* : Proceedings of the III All-Ukrainian Scientific and Practical Conference. (pp. 467–474). Kyiv : Instytut obdarovanoi dytyny [in Ukrainian].
- Turchyna, I. S., & Podoliak, I. M. (2023). Heimifikatsiia yak innovatsiinyi zasib realizatsii zmishanoho navchannia v pochatkovii shkoli [Pedagogical conditions for effective gamification of the educational process in primary school]. *Innovatsiini praktyky naukovoї osvity : Innovative Practices in Scientific Education* : Proceedings of the III All-Ukrainian Scientific and Practical Conference. (pp. 768–773). Kyiv : Instytut obdarovanoi dytyny [in Ukrainian].
- Tretiak, O. M., & Klimtsova I. I. (2023). Pedahohichni umovy efektyvnoi heimifikatsii osvitnoho protsesu pochatkovoi shkoly [Pedagogical conditions for effective gamification of the educational process in primary school]. *People and the world: global problems of human development* : Abstracts of XIV International Scientific and Practical Conference (Czech Republic, December 18–20,

- 2023). (pp. 252–258). Prague, Czech Republic [in Ukrainian].
16. Sikora, Ya. (2023). Dydaktychnyi potentsial tsyfrovnykh tekhnolohii dlia heimifikatsii osvithnoho protsesu [Didactic potential of digital technologies for gamifying the educational process]. Retrieved from [http://eprints.zu.edu.ua/38902/1/%D0%BC%D0%B0%D0%BA%D0%B5%D1%82\\_23\\_%D1%80%D0%B5%D0%B7%D1%83%D0%BB%D1%8C%D1%82%D0%B0%D1%821-133-136.pdf](http://eprints.zu.edu.ua/38902/1/%D0%BC%D0%B0%D0%BA%D0%B5%D1%82_23_%D1%80%D0%B5%D0%B7%D1%83%D0%BB%D1%8C%D1%82%D0%B0%D1%821-133-136.pdf) [in Ukrainian].
17. Berezinska, O. (2023). Zastosuvannia suchasnykh, interaktyvnykh metodyk na urokakh inozemnoi movy [Application of modern, interactive methods in oreign language lessons]. *Innovatsiini praktyky naukovoï osvity — Innovative Practices in Scientific Education* : Proceedings of the III All-Ukrainian Scientific and Practical Conference. (pp. 36–40). Kyiv : Instytut obdarovanoi dytyny [in Ukrainian].
18. Riabets, S. I., & Riabets, I. S. (2023). Tekhnolohii videohry yak zasib navchannia [Video game technologies as a means of learning]. *Innovatsiini praktyky naukovoï osvity — Innovative Practices in Scientific Education* : Proceedings of the III All-Ukrainian Scientific and Practical Conference. (pp. 707–710). Kyiv : Instytut obdarovanoi dytyny [in Ukrainian].

D. V. Kasianov

### GAMIFICATION IN CONTEMPORARY UKRAINIAN RESEARCH

**Abstract.** This article highlights the results of scientific research in the field of gamification within the Ukrainian context. Recent publications concerning gamification in Ukrainian scholarly journals are analyzed. The primary focus is on the application of gamification in education, spanning from primary to higher education. It is emphasized that in higher education, gamification facilitates individualized learning and enhances its quality. Research indicates that gamification can boost student motivation and aid in the development of more effective and personalized educational programs. Furthermore, philosophical aspects of gamification are examined, including its impact on ethics, power dynamics, authenticity, the meaning of life, and social justice through the lenses of psychology, management, and marketing. Analyzed studies also underscore the positive impact of gamification on human interaction, albeit highlighting potential risks such as student distraction, possible adverse effects of gadgets on health, and challenges in organizing gaming activities. Scholars' opinions regarding the negative influence of gamification on youth through the potential impact of games on mental health are presented. The necessity for developing theoretical approaches and methodologies to better understand and utilize gamification across various domains is indicated. Several directions for further studying gamification from the perspectives of ethics and social sciences are proposed. The outcome is an understanding that philosophy can aid in comprehending the deeper aspects of gamification and its impact on society, individuals, and the world.

**Keywords:** gamification, methods, games, social communication.

#### ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРА

**Касьянов Дмитро Володимирович** — канд. філос. наук, старший науковий співробітник відділу створення та використання інтелектуальних мережних інструментів, НЦ «Мала академія наук України», м. Київ, Україна, d.kasianov@icloud.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0008-1915-3329>

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

**Kasianov D. V.** — PhD in Philosophy, Senior Researcher of Department of Creating and Using Intelligent Networking tools, the NC “Junior Academy of Sciences of Ukraine”, Kyiv, Ukraine, d.kasianov@icloud.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0008-1915-3329>

Стаття надійшла до редакції / Received 22.05.2024

L. B. Lukianova,  
K. F. Symela,  
O. V. Ovcharuk

## EXPLORING THE POTENTIAL OF ONLINE SCIENTIFIC RESEARCH TO MEET MODERN NEEDS: INTERNATIONAL PERSPECTIVE

---

**Abstract.** *The internet and digital technologies have brought about a significant change in the way scientific research is conducted, marking a paradigm shift in the field. This article explores how the internet has influenced and facilitated scientific research, along with the internal challenges and limitations researchers face in the digital age. Several examples of research and the attitudes of different categories of respondents towards the use of online tools are provided. With the help of online collaboration tools, researchers can work together from different parts of the world, share data in real time, and leverage interdisciplinary synergies to drive scientific progress. Access to vast online databases, journals, and repositories has also enabled researchers to speed up literature reviews and remain up-to-date with the latest scientific explorations. Moreover, the internet has facilitated the sharing of research data, code, and materials, promoting transparency, replication, and reuse of valuable scientific resources. However, online research is not immune to challenges, such as concerns about data quality, reliability, and validity. Online information may contain errors or intentional misinformation. Additionally, the digital divide and uneven global access to internet infrastructure can lead to sampling bias in online research. The article presents the advantages and disadvantages of using online tools for conducting research. It also highlights that the constant emergence of new online tools and platforms requires ongoing adaptation, and factors such as unique web browsing experiences and technological variations can impede the reproducibility of certain online studies. Despite these challenges, the article argues that the internet has become an indispensable tool for scientific research, creating both opportunities and challenges that the scientific community must skillfully navigate. The article aims to provide best practices for improving skills in areas such as data management, digital literacy, and virtual collaboration, which are crucial for the responsible and ethical advancement of scientific research in the digital age.*

**Keywords:** *online research; information society, research; Internet; accuracy, reliability, research technologies and methods.*

---

**Problem statement.** At the turn of the 20th and 21st centuries, there was an intensive increase in information, leading to dynamic changes in all spheres. These changes are global, which in turn leads to the creation of new social structures and prompts radical changes in the processes of communication, learning, and solving everyday and professional problems, which generally reflect the realities of social life. Rapid access

to computer devices and the Internet has also influenced the organisation and conduct of scientific research and increased the opportunities for research in various fields of knowledge. In addition, the Internet facilitates the establishment and maintenance of scientific contacts between researchers living in different countries and even on different continents. A good example is the online resources of scientific libraries or the “alphanumeric code created for the unambiguous identification of authors and co-authors of scientific and academic



publications”, called the Open Researcher and Contributor ID (ORCID).

Starting in 2009, there have been significant changes in the approaches to using data collection methods [1], the essence of which is that Internet research, which was virtually non-existent 20 years ago, has become dominant in the research field. Every day, a modern researcher is faced with the need to use the Internet, increasingly using networks to conduct their empirical research. This situation can be seen as an opportunity to enrich existing methodological procedures, but not as an alternative [2, p. 213]. Modern methodological research substantiates that the Internet is an indispensable research tool [3].

**Analysis of recent research.** Issues related to the organisation and conduct of online research have been the focus of domestic and foreign scientists for over twenty years. A retrospective review of scientific sources shows that already since the 90s of the 20th century, a sufficiently large number of works on this problem have been published. In particular, the researchers considered such issues as Internet surveys. Using the Internet as a data collection method [3]; using the Internet for surveys [4]; sampling for Internet surveys [5]; online surveys, review of problems and approaches [6]; online surveys in the field of pedagogy [7]; marketing research trends: online panels and online communities [8] etc. A separate direction is the research of social psychologists who study the Internet and its social context [3; 7]. The majority of foreign scientists believe that online research is the main trend of not only quantitative but also qualitative research. Summarising the scientific review of research efforts, scientists concluded that the Internet is used in almost every methodological paradigm: in experimental, quantitative and qualitative research, research using psychological tests, and the literature contains many interesting reviews and collective works that are worth using.

Therefore, as the use of the Internet becomes more accessible and its importance grows, this environment is becoming an increasingly important tool in conducting social and psychological research. Internet research can be conducted using various methods — from interviews and focus groups, through surveys and experiments, to the use of vast data resources — texts and records of user activity [9].

The study and analysis of many sources show that there are different points of view regarding the advantages and disadvantages of using the Internet for different types of surveys, including those of a scientific nature. In this context, the results of the analysis by American scientists D. Fricker and M. Schonlau, published in 2002, deserve special attention. In particular, they were among the first to study issues related to the quality, reliability, and accuracy of the results of Internet surveys. The authors analyzed the popular claims that Internet surveys can be conducted faster, more efficiently, cheaper, and/or easier than surveys conducted using conventional methods. The researchers emphasize that the criteria of cost and speed often do not justify the hype surrounding these methods. At the same time, they argue that Internet surveys can be conducted in effective and cost-effective ways and conclude that the importance of the Internet for conducting various types of research will grow over time [10, p. 347].

Thus, B. Gregor and M. Stawiszyński name the following main advantages of Internet research [11]:

- Lower cost compared to traditional research;
- Rapid research and results collection time;
- Interactivity and the ability to preview results;
- The ability to use multimedia;
- High flexibility, for example, the ability to clarify questions during the research.

Economists emphasise that the main factor in the spread of online research and the growing share of online panel surveys is the cost-saving factor. Moreover, all aspects of this factor are important: saving time, saving financial and human resources. Online research significantly reduces, first of all, the time interval, which is extremely important in today’s accelerated pace of life, when it is necessary to respond as quickly as possible to consumer needs or obtain operational information for making management decisions [12]. None of the traditional survey methods can provide such speed of information collection as online surveys.

**Presentation of main results.** According to Ukrainian researchers, no less important advantage of online surveys is the factor of accessibility to the respondent. New forms of communication with the respondent, with an interesting visual design of the questionnaire (video, images, animation) stimulate the respondent’s interest in participating in the survey and give them a sense of psychological

freedom [13]. We consider it appropriate to add 4 more important advantages:

- Technological efficiency (respondents' answers can be transferred to special software and/or spreadsheets for further detailed analysis, collected data can be visualised in the form of graphs, and tables);
- Convenience (participants can choose the most convenient time and form for themselves);
- Accessibility to the target audience (placement on websites of scientific institutions, higher education institutions, community forums or sending by e-mail in the text of a letter, as an attachment to a list of potential respondents);
- Environmental safety (the online survey format does not require the use of paper).

However, in addition to a whole set of advantages, research conducted in an online format also has certain disadvantages, although there are far fewer of them than advantages. This type of empirical research, despite its attractiveness, creates certain problems and carries the risk of methodological errors. First of all, it concerns the selection and representativeness of the studied sample.

The reliability of the obtained data should also be taken into account. No one can verify how truthful the respondents' answers are. However, traditional surveys cannot guarantee this either. Other disadvantages include: Internet users often ignore e-questionnaires or do not answer all questions; lack of external control, which can make the results less accurate and reliable; the identity of respondents is usually impossible to identify; the possibility of data falsification by participants or entering false information; difficulties in involving the elderly and people without adequate IT competence.

Here are some additional examples of how the Internet has influenced and facilitated scientific research:

*Access to online databases and journals:* Researchers now have easy access to a vast amount of scientific literature through online databases like PubMed, Google Scholar, Web of Science, etc. This has greatly sped up literature reviews and allowed researchers to stay up-to-date on the latest findings.

*Online collaboration tools:* Tools like video conferencing, shared documents/whiteboards, and project management software enable researchers in different locations to effectively collaborate on projects in real time.

*Crowdsourcing data:* Some studies leverage the internet to crowdsource data from large numbers of people through online surveys, games, etc. This allows for gathering bigger datasets than would be possible locally.

*Computational power:* Cloud computing services provide researchers with on-demand access to powerful computing resources to run complex simulations, analyse big data, etc.

*Sharing research data/code:* Online repositories allow researchers to publicly share datasets, code, and materials from their studies for transparency, replication, and reuse.

*Science communication:* The internet provides channels for researchers to communicate findings to the public and engage in science outreach through blogs, videos, social media, etc.

*Citizen science projects:* The internet enables the launching of citizen science initiatives where members of the public can voluntarily contribute data, computing power or analysis efforts.

*Remote instrumentation:* Some scientific instruments can now be operated remotely over the internet, enabling shared usage across locations.

So in many ways, the internet has democratized access to scientific knowledge, enabled global collaboration, provided new data sources/tools, and opened up science to broader participation.

While the Internet has provided many benefits for scientific research, there are also several challenges and limitations that researchers face when utilizing online tools and resources:

*Data quality and reliability:* Information found online may lack robust verification, containing errors, biases or even intentional misinformation. Evaluating the credibility of online data sources is critical.

*Privacy and security concerns:* Sharing sensitive research data or personal participant information online raises privacy and security risks that need safeguarding measures.

*Limited access:* Some key scientific publications and databases remain behind paywalls or have restricted access, limiting the free flow of information.

*The digital divide:* Uneven global access to internet infrastructure and technologies can lead to sampling biases when conducting online studies.

*Distraction and information overload:* The constant stream of online stimuli, notifications and inputs can make focused research efforts challenging.

*Ethical issues:* Online research involving human subjects raises concerns around informed consent,

anonymity, data protection and compliance with changing regulations.

*Rapidly evolving technologies:* The constant emergence of new online tools, platforms and practices requires ongoing adaptation by researchers.

*Reproducibility challenges:* Unique browsing experiences due to factors like location, device type, etc. can make replicating certain online studies difficult.

*Lack of universal access:* Not all scientific instrumentation and data sources are internet-enabled for remote usage yet.

*Risk of virtual collaborator conflicts:* Global cross-disciplinary teams may face communication, cultural or intellectual property challenges.

Despite the popularity of online surveys, or perhaps because of it, questions still arise that result from the specifics of electronic surveys. These questions mainly relate to methods of building questionnaires, reliability of collected data and ensuring anonymity of respondents. Among other important problems that should be paid attention to, researchers single out the following [7]:

- maximizing the number of completed surveys;
- effective encouragement of participation in research;
- avoiding mistakes and not giving answers to important questions;
- questions that raise sensitive topics.

In June 2023, we conducted an online survey of Ukrainian researchers to find out the attitude of the modern scientific community regarding the expediency of conducting online research (primarily in the psychological and pedagogical field) and determining the opinion regarding the reliability of the results

obtained in the process of these studies. Among the respondents, the total number of N=318, were persons from 25 to 65 years of age and older, with and without scientific degrees, whose scientific experience was from 5 to 30 years, the place of work was scientific institutions of the National Academy of Educational Sciences of Ukraine, higher educational institutions and institutions of professional preliminary education (colleges) [13]. The questionnaire contained 10 questions with closed and open answer options and the possibility to add answer options (<https://forms.gle/4JN39Xzmg973FNPa7>).

Among the survey participants, 35–50-year-olds predominated, their share was 35,6%, approximately the same group represented respondents aged 25–30 (30,4%) and 50–60 (30,9%), a small age category was represented by persons aged 65 and over (Fig. 1). These are mainly candidates (34%) and doctors of science (20,1%), although the number of people without a scientific degree (27,3%) and novice researchers who are currently conducting research or preparing to obtain a PhD scientific degree was quite large (18,6%) (Fig. 2).

In our opinion, the list of problems that scientists are ready to investigate in an online format is an important indicator that indicates the inevitability of online research. The largest number of answers was collected by the option — studying the educational needs of various categories of people (67,8%) and identifying learning difficulties (56,3%). On the other hand, the least number of answers was collected by options regarding the formation of personality qualities (21,2%) and determining the level of a foreign language (25,7%) (Fig. 3) [13].

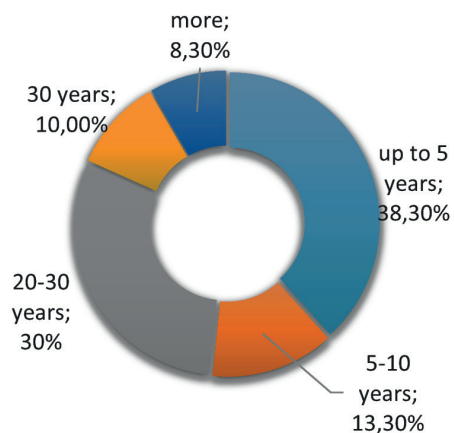


Fig. 1. Scientific and pedagogical experience

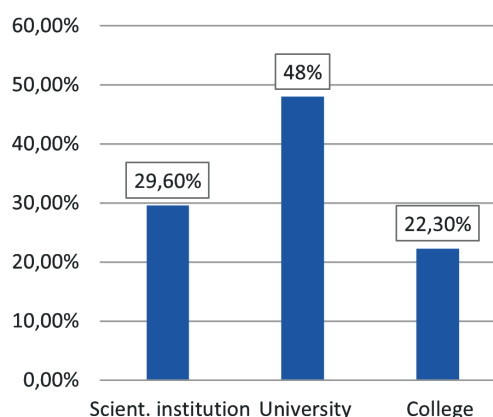


Fig. 2. The place of work of the respondents

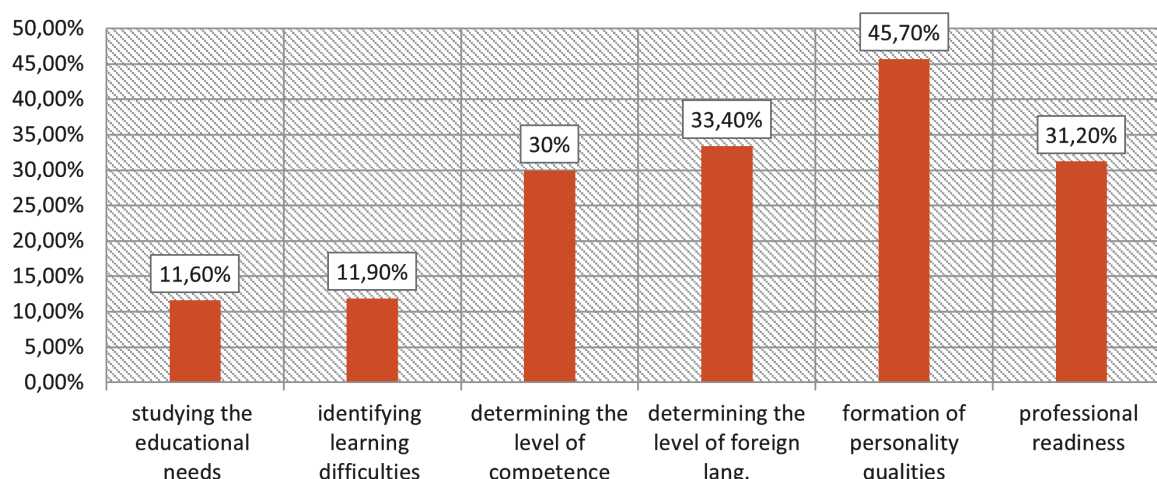


Fig. 3. Distribution of answers to problems that scientists are ready to investigate in an online format

Of course, the key aspect and driver of creating and conducting Internet research and surveys is the level of digital competence and the attitude towards the use of Internet resources and tools for searching and processing data. This key

aspect is related to the necessity and importance of learning the people’s experience of using Internet tools for work. The attitude towards the use of various tools offered by the Internet today can outline the picture of the popularity of certain online tools for different categories of people who are users of the global network.

Table 1

**The use of online tools by teachers in comparison in 2021, 2022 and 2023 during distance and blended learning (source: [14])**

Online tools	2021, %	2022, %	2023, %
Viber	83	78,4	77,7
Zoom	58,7	65,4	63,8
Google Apps for Education	15,1	20,2	53,1
e-diary	11,7	15,4	34,1
Learningapps.org	n. d.*	n. d.*	26,7
Telegram	13,8	13,3	26
Institution website	58,7	23,5	24,7
MyClass	20,7	19,5	22,1
Padlet	18,8	11	16,8
Kahoot	n. d.*	n. d.*	11,9
Skype	14	8,3	6,9
Microsoft Teams	4	4,7	4,9
WhatsApp	4	3,3	4,8
JitsiMeet	9,5	13,1	4,4
Moodle	4	3,2	3,8
Mentimeter	n.d*	n.d*	3,8
Tik-Tok	4	1,4	2,9

\* n. d. — no date.

An example of opinion research on the use of online tools for the organization of educational activities can be cited from several surveys conducted by the Institute of Digitalization of Education of the National Academy of Educational Sciences of Ukraine, which related to the survey of teachers on the use of ICT for the organization of the educational process in Ukraine. Although such surveys are not popular enough, as more teachers are assessed on their professional digital competencies for certification in the certification period, their attitudes towards the online tools they use in their work were obtained [14]. Comparing the results of 2021, 2022 and 2023, we note that teachers turn to Internet tools to organize the educational process, and most teachers use Viber, Zoom, Google Apps for Education, Electronic diary, Learningapps.org, Telegram, the website of the educational institution (from 77,7 % to 24,7 % in 2023) (Table 1).

These surveys indicate the growing level of digital competence of teachers and the existence of several unresolved problems related to access to the Internet and devices, the need to create high-quality online resources for conducting lessons, clarifying issues of online assessment, and others.

Overall, while powerful, online tools necessitate researchers to develop new skills in areas like data/privacy management, technology digital literacy and virtual collaboration. Emerging best practices aim to optimize while mitigating potential pitfalls.

**Conclusions and prospects for further research.** In modern research practice, especially in the field of political, socio-economic, psychological and pedagogical sciences, there is an active development of online research. Their relevance began to grow during the restrictions associated with the COVID-19 pandemic and the introduction of martial law. This is a modern and popular tool for experimenting, an important feature of which is its inevitability. Using both traditional and online research methods has its advantages and disadvantages, strengths and weaknesses. When conducting online research, there is always a problem of reliability and validity of the results, which are the consequences of human and methodological factors, some of which are practically difficult to eliminate. There is also a risk of receiving answers that do not correspond to the actual situation. However, such defects can also occur during traditional research. Therefore, it is advisable to combine online techniques with traditional ones, which allows you to avoid elementary methodological mistakes. However, this requires not only research competence but also methodological awareness and reliable analysis and interpretation of research results. The rise of the internet and digital technologies has profoundly transformed the scientific research landscape, necessitating researchers to adapt their methods and practices. While online tools have democratized access to knowledge, enabled global collaboration, opened new avenues for data collection, and facilitated science communication, they have also introduced novel challenges that demand careful navigation. Ensuring data quality, reliability, and credibility remains a paramount concern in online research. The abundance of information on the internet, including potential misinformation and biases, underscores the importance of critically evaluating sources and employing robust verification measures. Additionally, safeguarding privacy and security when handling sensitive research data and participant information is a critical ethical and legal obligation.

The digital divide, characterized by uneven global access to internet infrastructure and technologies,

poses the risk of sampling biases in online studies. Researchers must be cognizant of these disparities and strive to ensure inclusive and representative sampling approaches. Furthermore, the rapidly evolving nature of online tools, platforms, and practices necessitates continuous learning and adaptation from the scientific community.

Ethical considerations, such as informed consent, anonymity, and compliance with evolving regulations, demand heightened vigilance in online research involving human subjects. Unique challenges like replicating browsing experiences and accounting for technological variations can hinder the reproducibility of certain online studies, prompting the need for transparent reporting and standardized methodologies. Despite these challenges, the internet has become an indispensable tool for scientific research, reshaping the landscape and offering unparalleled opportunities for collaboration, data access, and dissemination of findings. Developing best practices, honing new skills in areas like data management, technology literacy, and virtual collaboration, and striking the right balance between capitalizing on the internet's potential and mitigating its pitfalls will be crucial for advancing scientific inquiry responsibly and ethically in the digital age. The ways that researchers can address the challenges posed by the digital divide when conducting online studies are the following:

- multi-mode data collection: Combine online data collection methods with traditional offline approaches like in-person interviews, paper surveys, etc. This hybrid approach can help reach populations with limited internet access;
- provide access: Set up data collection stations or computer kiosks in community centers, libraries, schools etc. in underserved areas to allow those without personal devices/internet to participate;
- mobile-friendly surveys: Optimize online surveys for mobile devices like smartphones which have wider penetration than computers in many developing regions;
- over-sample underrepresented groups: Actively over-sample populations with limited connectivity when recruiting participants to ensure their inclusion in sufficient numbers;
- partner with community organizations: Collaborate with local organizations, community leaders, and trusted sources to raise awareness and encourage participation from disadvantaged groups;

- provide incentives: small incentives like mobile data packages or prepaid internet cards can help defray participation costs for disadvantaged groups;
- utilize alternate internet access: explore providing portable Wi-Fi hotspots or subsidizing public internet access in underserved areas during the study period;
- training and digital literacy: o basic digital skills training to participants unfamiliar with online tools as part of the research process;
- disaggregate data: analyze and report data disaggregated by demographic factors linked to the digital divide like income, education, urban/rural location, etc.;
- localize content: translate surveys into local languages and tailor content/examples to be contextually relevant for different populations.

The key is employing a multi-pronged strategy tailored to the specific study population to improve inclusion and representativeness when leveraging online research methods. Continuous monitoring of participation rates across groups is also crucial.

As the integration of online tools in research continues to deepen, fostering interdisciplinary collaborations and knowledge-sharing will be vital. Researchers from diverse fields, including computer science, statistics, ethics, and the social sciences, can contribute invaluable perspectives and expertise to address the methodological, technical, and ethical complexities of online research. Ultimately, the scientific community must embrace a proactive and adaptive approach, continuously refining online research practices and methodologies to uphold the highest standards of rigour, transparency, and ethics. By leveraging the power of the internet while remaining cognizant of its limitations, researchers can unlock new frontiers of discovery and advance the collective pursuit of knowledge for the betterment of society.

## References

1. Library — ESOMAR. (2023). Retrieved from [https://shop.esomar.org/knowledge-center/library?publication=2993&pk\\_vid=6392076895626bb316944105595fc312](https://shop.esomar.org/knowledge-center/library?publication=2993&pk_vid=6392076895626bb316944105595fc312).
2. Zellma, A. (2019). Internet research in the service of Polish catechetical theory and practice. *Studia Warmińskie*, 56, 213–226 [in Polish].
3. Lefever, S., Dal, M., & Matthíasdóttir, S. (2006). Online data collection in academic research: advantages and limitations. *British Journal of Educational Technology*, 38 (4), 574–582.  
DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2006.00638.x>.
4. Coomber, R. (1997). Using the Internet for Survey Research. *Sociological Research Online*, 2 (2), 49–58.  
DOI: <https://doi.org/10.5153/sro.73>.
5. Bradley, N. (1999). Sampling for Internet surveys. An examination of respondent selection for Internet research. *Journal of the Market Research Society*, 41 (4), 387–395.
6. Zajac, J. M., & Krejtz, K. (2007). The Internet as a subject and area of social psychology research. Retrieved from <https://www.scribd.com/document/57189843/Zaj%C4%85c-J-M-Krejtz-K-Internet-jako-przedmiot-i-obszar-bada%C5%84-psychologii-spo%C5%82ecznej> [in Polish].
7. Kubinowski, D. (2017). Possibilities of Using Social Internet Research in Constructing Educational Knowledge. *Educational Studies Review*, 2 (25), 333–343.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.12775/PBE.2014.033> [in Polish].
8. Oklander, M., Oklander, T., & Yashkina, O. (2018). Marketing research trends: online panels and online communities. *Marketing and Management of Innovations*, 1, 118–129.  
DOI: <https://doi.org/10.21272/mmi.2018.1-08>.
9. Couper, M. P., Conrad, F. G., & Tourangeau, R. (2007). Visual Context Effects in Web Surveys. *Public Opinion Quarterly*, 71 (4), 623–634.  
DOI: <https://doi.org/10.1093/poq/nfm044>.
10. Fricker, R. D., & Schonlau, M. (2002). Advantages and Disadvantages of Internet Research Surveys: Evidence from the Literature. *Field Methods*, 14 (4), 347–367.  
DOI: <https://doi.org/10.1177/152582202237725>.
11. Gregor, B., & Stawiszyński, M. (2005). Using the Internet in market panel research. *Scientific Works / University of Economics in Katowice*, 55–64 [in Polish].
12. Batorski, D., & Olcoń-Kubicka, M. (2006). Conducting research via the Internet — basic methodological issues. *Sociological Studies*, 3, 99–132 [in Polish].
13. Lukianova, L. B. (2022). Tochnist i dostovirnist andrahohichnykh doslidzhen: implikatsii dlia praktyky [Accuracy and reliability of andragogic research: Implications for practice]. *Osvita doroslykh: teoriia, dosvid, perspektyvy — Adult education: theory, experience, perspectives*, 2 (22), 9–24.  
DOI: [https://doi.org/10.35387/od.2\(22\).2022.9-24](https://doi.org/10.35387/od.2(22).2022.9-24) [in Ukrainian].
14. Ovcharuk, O., Ivaniuk, I., Hrytsenchuk, O., Kravchyna, O., & Malytska, I. (2023). *Rezultaty onlain-opytuvannia "Hotovnist i potreby vchyteliv shchodo*

vykorystannia tsyfrovyykh zasobiv ta IKT v umovakh viiny: 2023". *Analitychnyi zvit [Results of the online survey "Readiness and needs of teachers regarding the use of digital tools and ICT in the conditions of war: 2023". Analytical report]*. O. Ovcharuk (Ed.). Kyiv : ITS O NAPN Ukrainy.

DOI: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.25529.34402> [in Ukrainian].

#### Список використаних джерел

- Library — ESOMAR. 2023. URL: [https://shop.esomar.org/knowledge-center/library?publication=2993&pk\\_vid=6392076895626bb316944105595fc312](https://shop.esomar.org/knowledge-center/library?publication=2993&pk_vid=6392076895626bb316944105595fc312) (дата звернення: 20.04.2024).
- Zellma A. Badania internetowe w służbie polskiej teorii i praktyki katechetycznej. *Studia Warmińskie*. 2019. Vol. 56. S. 213–226.
- Lefever S., Dal M., Matthíasdóttir Á. Online data collection in academic research: advantages and limitations. *British Journal of Educational Technology*. 2006. Vol. 38. № 4. Pp. 574–582. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2006.00638.x>.
- Coomber, R. Using the Internet for Survey Research. *Sociological Research Online*. 1997. Vol. 2. № 2. Pp. 49–58. DOI: <https://doi.org/10.5153/sro.73>.
- Bradley N. Sampling for Internet surveys. An examination of respondent selection for Internet research. *Journal of the Market Research Society*. 1999. № 41 (4). Pp. 387–395.
- Zajac J. M., Krejtz K. Internet jako przedmiot i obszar badań psychologii społecznej. 2007. URL: <https://www.scribd.com/document/57189843/Zaj%C4%85c-J-M-Krejtz-K-Internet-jako-przedmiot-i-obszar-bada%C5%84-psychologii-spo%C5%82ecznej> (дата звернення: 20.04.2024).
- Kubinowski D. Możliwości zastosowania społecznych badań internetowych w konstruowaniu wiedzy pedagogicznej. *Przegląd Badań Edukacyjnych*. 2017. Vol. 2. № 25. S. 333–343. DOI: <http://dx.doi.org/10.12775/PBE.2014.033>.
- Oklander M., Oklander T., Yashkina O. Marketing research trends: online panels and online communities. *Marketing and Management of Innovations*. 2018. № 1. Pp. 118–129. DOI: <https://doi.org/10.21272/mmi.2018.1-08>.
- Couper M. P., Conrad F. G., Tourangeau R. Visual Context Effects in Web Surveys. *Public Opinion Quarterly*. 2007. Vol. 71 (4). Pp. 623–634. DOI: <https://doi.org/10.1093/poq/nfm044>.
- Fricker R. D., Schonlau M. Advantages and Disadvantages of Internet Research Surveys: Evidence from the Literature. *Field Methods*. 2002. Vol. 14. № 4. Pp. 347–367. DOI: <https://doi.org/10.1177/152582202237725>.
- Gregor B., Stawiszyński M. Wykorzystanie Internetu w badaniach panelowych rynku. *Prace Naukowe / Akademia Ekonomiczna w Katowicach*. 2005. S. 55–64.
- Batorski D., Olcoń-Kubicka M. Prowadzenie badań przez internet — podstawowe zagadnienia metodologiczne. *Studia Socjologiczne*. 2006. № 3. S. 99–132.
- Лук'янова Л. Б. Точність і достовірність андрагогічних досліджень: імплікації для практики. *Освіта дорослих: теорія, досвід, перспективи*. 2022. Вип. 2 (22). С. 9–24. DOI: [https://doi.org/10.35387/od.2\(22\).2022.9-24](https://doi.org/10.35387/od.2(22).2022.9-24).
- Результати онлайн-опитування «Готовність і потреби вчителів щодо використання цифрових засобів та ІКТ в умовах війни: 2023». Аналітичний звіт / О. Овчарук, І. Іванюк, О. Гриценчук [та ін.]; за заг. ред. О. Овчарук. Київ : ІЦО НАПН України, 2023. 81 с. DOI: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.25529.34402>.

Л. Б. Лук'янова,  
К. Ф. Сімела,  
О. В. Овчарук

#### ВИВЧЕННЯ ПОТЕНЦІАЛУ НАУКОВИХ ОНЛАЙН-ДОСЛІДЖЕНЬ ДЛЯ ЗАДОВОЛЕННЯ СУЧАСНИХ ПОТРЕБ: МІЖНАРОДНІ ПЕРСПЕКТИВИ

**Анотація.** Інтернет та цифрові технології трансформували ландшафт наукових досліджень, поклавши початок зміні наукової парадигми. У статті розглядаються способи впливу інтернету на полегшення виконання наукових досліджень, досліджуються внутрішні проблеми й обмеження, з якими стикаються дослідники в період цифровізації. Наведено приклади досліджень і ставлення різних категорій респондентів до використання онлайн-засобів. Онлайн-інструменти для співпраці вийшли за географічні межі, сприяючи глобальній командній роботі, обміну даними в реальному часі та міждисциплінарній синергії, відповідно і науковому прогресу. Це дало змогу дослідникам отримати доступ до великих баз даних, журналів і репозиторіїв, прискорити перегляд літератури, бути в курсі останніх наукових розвідок. Інтернет полегшив обмін дослідницькими даними, кодами і матеріалами, сприяючи прозорості, тиражуванню та повторному використанню цінних наукових ресурсів. Проте цифрова трансформація не позбавлена проблем.

Якість, надійність і достовірність даних є найважливішими серед них, оскільки онлайн-інформація може містити помилки або навіть навмисну дезінформацію. Цифровий розрив і нерівномірний глобальний доступ до інтернет-інфраструктури можуть призвести до упередженості вибірки в онлайн-дослідженнях. Отже, у статті висвітлено переваги та недоліки використання онлайн-інструментів для здійснення досліджень. Поява нових онлайн-інструментів, платформ вимагає їхньої постійної адаптації, а такі чинники, як унікальний досвід вебперегляду та технологічні варіації можуть перешкоджати відтворюваності певних онлайн-досліджень. Попри ці виклики автори стверджують, що інтернет став незамінним інструментом для наукових досліджень, змінюючи ландшафт і створюючи як можливості, так і проблеми, в яких наукове співтовариство має вміло орієнтуватися. Новизна статті полягає у представленні кращих практик щодо вдосконалення нових навичок у таких сферах, як керування даними, цифрова грамотність, віртуальна співпраця, що мають вирішальне значення для відповідального й етичного просування наукових досліджень у цифрову епоху.

**Ключові слова:** онлайн-дослідження; інформаційне суспільство, дослідження; інтернет; точність, надійність, технології та методи дослідження.

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Lukianova L. B.** — D. Sc. in Pedagogy, Professor, Corresponding Member NAPS of Ukraine, Director, Ivan Ziaziun Institute of Pedagogical and Adult Education of NAES of Ukraine, Kyiv, Ukraine, larysa.lukianova@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0982-6162>

**Symela K. F.** — D. of Humanities in the field of Pedagogy, Director, Center for Research in Vocational Education and Innovation Management of the Łukasiewicz Research Network, Institute for Sustainable Technology, Radom, Poland, krzysztof.symela@itee.lukasiewicz.gov.pl; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9586-6349>

**Ovcharuk O. V.** — D. Sc. in Pedagogy, Professor, Head of Comparative Studies Department for Information and Education Innovations, Institute for Digitalisation of Education of NAES of Ukraine, Kyiv, Ukraine, oks.ovch@hotmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7634-7922>

#### ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРІВ

**Лук'янова Лариса Борисівна** — д. пед. наук, професорка, членкиня-кореспондентка НАПН України, директорка, Інститут педагогічної освіти і освіти дорослих імені Івана Зязюна НАПН України, м. Київ, Україна, larysa.lukianova@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0982-6162>

**Сімела Кшиштоф Францішек** — д. гуманітарних наук у галузі педагогіки, директор, Центр досліджень професійно-технічної освіти та інноваційного менеджменту ім. Лукасевича, Інститут сталих технологій, м. Радом, Польща, krzysztof.symela@itee.lukasiewicz.gov.pl; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9586-6349>

**Овчарук Оксана Василівна** — д. пед. наук, професорка, завідувачка відділу компаративістики інформаційно-освітніх інновацій, Інститут цифровізації освіти НАПН України, м. Київ, Україна, oks.ovch@hotmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7634-7922>

Стаття надійшла до редакції / Received 21.04.2024



І. М. Шевченко

## НАУКОВЕ МОВЛЕННЯ: ЛІНГВІСТИЧНІ І ПЕДАГОГІЧНІ АСПЕКТИ

**Анотація.** У статті розглядається проблема розвитку наукового мовлення у контексті сучасних освітніх запитів, зокрема формування наукової грамотності учнів. Проведено загальний аналіз досліджень і публікацій щодо актуальних питань наукового стилю, навчально-дослідницької діяльності учнів і формування їхнього наукового мовлення. Аналітично представлено історію становлення наукового стилю української мови — етапи розвитку й дослідження наукової мови. Систематизовано понятійне поле терміна «наукове мовлення», що охоплює такі базисні поняття, як: «мова», «мовлення», «функції мови», «комунікативні якості мовлення», «функціональний стиль», «науковий стиль», «функції наукового стилю», «підстили наукового мовлення» тощо. Хронологічно представлено розвиток наукового мовлення в Україні кінця XIX — поч. XXI ст. Окреслено чинники, які визначають лінгвостилістичну специфіку наукового стилю та зумовлюють виділення науково-навчального мовлення в окремий різновид. Наголошено на значенні у розвитку наукового мовлення учнів навчальних текстів, для яких характерні інформаційно-змістовний, термінологічний, стилістичний аспекти. Акцентовано увагу на розробленому сучасними педагогами-науковцями текстоцентричному підході до навчання наукового мовлення учнів. Розглянуто деякі особливості розуміння мови науки вченими зарубіжжя. Результати аналізу вітчизняних і зарубіжних наукових джерел свідчать, що проблема формування наукового мовлення учнів, зокрема молодших школярів, потребує подальшого вивчення, узагальнення та систематизації.

**Ключові слова:** наукова грамотність, учні молодшого шкільного віку, дослідницька діяльність, мова, мовлення, мислення, функціональний стиль, науковий стиль, науково-навчальне мовлення як підстиль.

**Постановка проблеми.** Розвиток наукового мовлення в сучасній освіті є надзвичайно актуальним питанням. Світ стрімко змінюється, і освіта повинна відповідати цим змінам. Нині суспільство, орієнтоване на інновації та науку, висуває нові вимоги до рівня освіти, зокрема до формування наукової грамотності, а відповідно — до розвитку наукового мислення і мовлення. Зростання інтересу до ефективних способів формування наукової грамотності як суспільства загалом, так і учнівства зокрема, відображено у звітах робочих груп з наукової освіти та міжнародних дослідженнях якості освіти [1]. У рамковому документі PISA-2025 визначаються такі три компетентності, які мають демонструвати 15-річні учні у процесі тестування:

- «пояснювати явища науково;
- розробляти й оцінювати наукове дослідження та критично інтерпретувати наукові дані й докази;
- досліджувати, оцінювати та використовувати природничо-наукову інформацію для прийняття рішень і подальших дій» [2].

За результатами тестування дефіцит наукової грамотності виявляється в різних країнах, зокрема й в Україні. Діти стикаються з величезним потоком інформації, часто не наукової та не перевіреної. Це ускладнює формування критичного мислення та здатності відрізнити факти від вигадок. Багато сучасних учнів відчувають труднощі щодо розуміння і використання наукової термінології, формулювання гіпотез, розробки досліджень тощо. Тому постає потреба у якісних змінах до підходів формування наукової

грамотності, важливою умовою якої є володіння науковим мовленням.

У 2024 р. Європейська федерація академії наук (ALLEA) оприлюднила заяву під назвою «Можливості раннього навчання для формування науково грамотного суспільства», в якій виступила за збільшення обсягу та посилення ролі навчальних програм з природничих наук у початковій школі, щоб надати учням молодшого шкільного віку необхідні знання та навички для успішного орієнтування в етичних питаннях, пов'язаних з наукою та дослідженнями, і в ширшому сенсі — щоб діти ставали більш активними, поінформованими, етично свідомими представниками науково грамотного суспільства [3].

В останнє десятиріччя в Україні основи наукової грамотності молодших школярів теж активно закладаються вже в початковій школі, оскільки саме на цьому етапі життя навчальна діяльність визначає розвиток головних когнітивних якостей особистості. В цей час розвиваються різні форми мислення, що надалі забезпечує засвоєння наукових знань, розвиток наукового мислення і мовлення. У Концепції Нової української школи наголошується на формуванні основних компетентностей у природничих науках і технологіях, а саме: науковому розумінні природи і сучасних технологій, здатності застосовувати знання в практичній діяльності. У Державному стандарті початкової освіти вимогами до обов'язкових результатів навчання здобувачів освіти з природничої освітньої галузі є виявлення і формулювання дослідницьких проблем, визначення мети дослідження, систематизація інформації, аналіз результатів дослідження тощо [4]. Наука стимулює і сприяє цікавості учнів до явищ і подій навколишнього світу. Освоєння наукових понять, участь у пошуковій, експериментальній роботі вимагають від школярів уміння читати наукові тексти, аналізувати, ставити запитання, комунікувати тощо. Зі збагаченням лексичного запасу збільшується обсяг поняттєвого апарату, уможлиблюється точна передача інформації, її аналіз та узагальнення. Результати дослідницької діяльності учнів свідчать про те, що наукові знання «нерозривно залежать від мовлення, а мовлення також відіграє центральну роль у нашій здатності мислити (науково)» [5, с. 136]. До прикладу, в документі Національної дослідницької ради «Рамки для природничо-наукової освіти К–12» (Вашингтон)

зазначається, що «кожний урок з природничих чи інженерних дисциплін — це частково урок мови, зокрема читання і створення текстів тих жанрів, які притаманні науці та інженерії» [6, с. 76]. Мова забезпечує основні потреби мислення. Тобто опанування мовою як засобом спілкування, мислення, пізнання, міркування є необхідною складовою розвитку інтелектуальних і творчих здібностей учнів. І формування наукового мовлення учнів — це нове завдання для педагогів.

Попри те, що проблема формування наукового мовлення є важливою, вона ще недостатньо досліджена, особливо стосовно роботи з учнями молодшого шкільного віку. З огляду на це значення набувають аналіз наукових джерел щодо вивчення поняття наукового мовлення як об'єкта дослідження, аналіз базових лінгвістичних понять, вивчення та порівняння підходів до з'ясування рівня розвитку наукового мовлення учнів, представлених у працях вітчизняних і зарубіжних педагогів, визначення основних завдань і способів щодо пропедевтики наукового мовлення молодших школярів.

#### **Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

Проблема мовлення в процесі становлення особистості завжди хвилювала науковців і педагогів. Питанню мовознавства і мислетворення присвячені праці таких вітчизняних учених, як О. Потебня, А. Білецький, С. Семчинський, І. Білодід, М. Жовтобрюх, Г. Удовиченко, С. Єрмоленко, Ф. Бацевич та ін. О. Потебня, розвиваючи ідею В. фон Гумбольдта, обґрунтовував мову з позиції когнітивної психології й когнітивної лінгвістики у межах концепції мови як інструменту пізнання світу. О. Потебня показав механізми слово- і мислетворення, виокремлюючи з цього взаємоединого процесу такі його компоненти, як слово, образ, уявлення, аперцепція, судження, думка. «Будь-яке судження як акт аперцепції, тлумачення, пізнання, а отже, сукупність суджень, на які розклався чуттєвий образ, можемо назвати аналітичним пізнанням образу. Така сукупність є поняття» [7, с. 38].

Актуальні питання наукового стилю розробляли О. Пономарів, Т. Смирнов, Ю. Сурмін, О. Бабич, Л. Кравець, Л. Мацько, П. Селігей, Т. Симоненко, Н. Зелінська, Н. Непийвода, Л. Струганець, С. Шевчук, Ж. Колоїз та ін. Зокрема, Л. Мацько зазначав: «Основне призначення власне наукового підстилю — об'єктивувати на-

укові відомості і кінцеві результати аналітико-синтетичної переробки даних, основна функція — пояснювати наукову ідею» [8, с. 285].

Проблему формування культури наукового мовлення досліджено у працях Н. Ботвіної, В. Деркач, Л. Дротянко, А. Коваль, О. Михайлової, О. Семенов та ін. Наприклад, П. Селігей зазначав, що «найголовніша користь, яку дають мовні знання вченому, — це активізація та вдосконалення його розумової діяльності» [9; 20].

Дослідженню проблематики наукової освіти зі шкільної лави та організації навчально-дослідницької діяльності учнів присвячені роботи С. Довгого, О. Стрижака, В. Андрущенко, Т. Мієр, В. Огнев'юка, М. Гальченка, Н. Поліхун, О. Антонової, Ю. Клименюк, О. Пометун, С. Бабійчук, І. Чернецького, І. Сліпучіної та інших науковців. Так, Н. Поліхун було зауважено, що «надання можливостей для залучення до науково-дослідної діяльності та спеціальне навчання з основ наукових знань дозволяє виявити особливо перспективну групу молоді, яка має когнітивну здатність до творення нового знання...» [10, с. 9].

Дослідники, які займаються розвитком наукового мовлення учнів, це — М. Плющ, Н. Гальона, І. Дудко, С. Єрмоленко, О. Крохмальна, С. Тютіна, А. Карпенко та ін. Над проблемою навчання молодших школярів мови й розвитку мовлення на функціонально-стилістичній основі працюють вчені М. Вашуленко, О. Савченко, О. Мироненко, Р. Шиян, В. Бадер, М. Пентелюк, Л. Сегейко, Л. Варзацька, Н. Янко та ін. Розвиток мовленнєвих здібностей учнів з позиції психолінгвістики є об'єктом дослідження Л. Калмикової, Г. Калмикова, І. Лапшиної, Н. Харченко та ін. Про роль мови в підтримці процесів навчання природничих наук зазначають у своїх працях сучасні зарубіжні педагоги-дослідники, зокрема Я. Лемке, С. Саттон, М. Евагору та Я. Осборн, К. Юнг, Дж. Браун, А. Бейлі. На необхідності формування в учнів дослідницьких умінь і відповідно наукового мислення й мовлення наголошено у таких нормативно-правових актах, як: закони України «Про освіту», «Про повну загальну середню освіту», «Про позашкільну освіту», «Про наукову і науково-технічну діяльність», Положення про позашкільний навчальний заклад, Положення про малу академію наук учнівської молоді, Концепція Нової української школи, Державний стандарт базової середньої освіти, Державний стандарт початкової освіти,

Концепція розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) та інших.

Високо оцінюючи значущість наукових досліджень з обраної проблеми, варто зазначити, що низка аспектів потребують подальшої розробки, зокрема — розвиток наукового мовлення молодших школярів у процесі дослідницької діяльності. В сучасній педагогіці наукова мова учнів представлена найчастіше як синонімічне відображення поняття «науковий стиль мови». Проте робота з вітчизняними і зарубіжними науковими джерелами, а також власний педагогічний досвід у Дитячій академії «Футурум» при Національному центрі «Мала академія наук України» дали змогу розширити розуміння терміна «наукова мова учнів».

**Мета статті** — проаналізувати джерельну базу щодо вивчення наукового стилю мови як об'єкта лінгвістичних досліджень, ідентифікувати ключові лінгвістичні особливості, які вирізняють науковий стиль мовлення, та окреслити проблему пропедевтики наукового мовлення молодших школярів у контексті сучасних освітніх запитів.

Для досягнення цієї мети проведено порівняльний аналіз визначень поняття «наукове мовлення», наданих у наукових статтях та посібниках з мовознавства, що увійшли у авторську вибірку.

**Виклад основного матеріалу.** Викладання природничих наукових знань учням вимагає насамперед сформованої культури наукового мовлення самого освітянина. Аналіз наукових джерел дав змогу визначити коло понять, засвоєння яких сприятиме удосконаленню мовної компетенції педагога, зокрема вчителя початкової школи.

На основі праць класиків-мовознавців спочатку розглянемо питання дихотомії «мова — мовлення». Розмежування мови і мовлення обґрунтовано швейцарським лінгвістом Ф. де Соссюром — одним із найвідоміших учених-лінгвістів, хоча запропоноване ще В. фон Гумбольдтом. М. Кочерган зазначає: «Соссюр, по суті справи, відкрив мову як таку; одночасно він показав, що сучасна йому лінгвістика вивчала не мову, а мовлення. <...>. Мова — система одиниць спілкування і правил їх функціонування... Мовлення — конкретно застосована мова; засоби спілкування в їх реалізації» [11, с. 50]. Як пише дослідник, щоб краще зрозуміти різницю між мовою і мовленням, Ф. де Соссюр наводив аналогію з шахами, де шахова дошка

і фігури та правила шахової гри — це мова; а саме розігрування шахової партії — мовлення. У Тлумачному словнику української мови одним із визначень поняття про мову є таке: «сукупність довільно відтворюваних загальноприйнятих у межах даного суспільства звукових знаків для об'єктивно існуючих явищ і понять, а також загальноприйнятих правил їх комбінування у процесі вираження думок» [12], а мовлення — це «спілкування людей між собою за допомогою мови; мовна діяльність» [12]. Виокремлення функціональних стилів пов'язане з функціями, які виконує мова у кожному окремому випадку, залежно від сфери громадського, особистого життя. Серед основних (базових) функцій мови Т. Семашко виділяє такі:

1. Комунікативна функція (як засіб спілкування).

2. Ідентифікаційна функція (як засіб ототожнення в межах певної спільності).

3. Експресивна функція (як універсальний засіб вираження внутрішнього світу людини).

4. Гносеологічна функція (як засіб пізнання навколишнього світу).

5. Мислетворча функція (як засіб формування думки).

6. Естетична функція (як засіб створення культурних цінностей).

7. Культуроносна функція (як засіб репрезентування культури, її традицій).

8. Номінативна функція (як засіб лінгвілізації — «омовлення» світу) [13, с. 7–8].

В. Тимкова виокремлює ще такі функції мови, як емотивна (засіб вираження почуттів і емоцій), метамовна (засіб дослідження й опису мови в термінах самої мови), конативна (засвоєння), волонкативна (волевияву, впливу), фатична (засіб встановлення контакту) [14, с. 8–9].

Учений-мовознавець П. Селігей, взявши за основу доробок Л. Стуганець, систематизував комунікативні якості мовлення та визначив такі: багатство, виразність, дієвість (переконливість), доречність, достатність (повнота), дохідливість (простота), експресивність, естетичність, цілісність, злагодженість і милозвучність мовлення, зв'язність, змістовність, логічність, об'єктивність, образність, послідовність, правильність, пропорційність, ритмічність, різноманітність, стислість, структурованість, точність, цілеспрямованість, чистота, ясність [15, с. 11–12].

Традиційно функціональними стилями мови вважаються розмовний, публіцистичний,

науковий, офіційно-діловий, художній. Стилстично функціональним різновидом літературної мови є мова науки, «основне призначення якої полягає у викладенні результатів наукових досліджень про людину, суспільство, явища природи, обґрунтуванні гіпотез, доведенні істинності теорій, класифікації й систематизації знань, роз'ясненні явищ, активізації інтелекту для їх осмислення. Вона об'єднує засоби мови, характерні для всіх функціонально-стильових різновидів наукової сфери спілкування, і являє собою специфічну систему граматичних і семантичних засобів вираження — знакових мовних одиниць, які становлять ядро і периферію наукового стилю» [16, с. 7]. Більшість дослідників, визначаючи зміст поняття наукового стилю, звертаються до його мети та сфер використання. Як зауважує О. Семенов, «науковий стиль мовлення — це функціональний різновид літературної мови, що обслуговує різні галузі науки, виробництва, освіти і реалізується у спеціалізованих текстах різних жанрів. Метою наукового стилю є повідомлення об'єктивної інформації, доведення істинності наукового знання. Функціональне призначення — систематизувати, обґрунтовувати наукову інформацію, служити для повідомлення про результати досліджень, систематизувати і популяризувати певні знання» [17, с. 63]. Г. Онуфрієнко вважає, що основна функція наукового стилю української мови — «інформативна (повідомлення, пояснення, з'ясування, обґрунтування, роз'яснення, класифікація понять, систематизація знань, аргументований доказ); завдання — передавання наукової інформації; обставини мовлення — офіційні» [18, с. 19].

Проведемо дослідження особливостей наукового мовлення на матеріалі інших сучасних наукових публікацій (*табл. 1*).

Узагальнюючи, можна зазначити, що метою наукового стилю є точна передача об'єктивної інформації, логічне викладення наукових знань, повідомлення результатів наукових досліджень як науковій спільноті, так і широкому загалу. Основними функціями наукового стилю є повідомлення, інформування, впливу, наукове пояснення явищ, з'ясування, обґрунтування гіпотез, класифікація понять, систематизація знань, аргументованого доказу, переконання. Сфери використання наукового стилю — науково-дослідна діяльність, навчально-освітній процес.

Таблиця 1

## Особливості наукового мовлення

Автор	Назва праці	Якості наукового мовлення
А. Коваль	«Практична стилістика сучасної української мови»	Об'єктивність, точність, насиченість інформацією (змістовність), стислість і логічність [19, с. 8–9]
Н. Непийвода	«Мова української наукової технічної літератури (функціонально-стилістичний аспект)»	Точність, ясність і внормованість (правильність) [20, с. 23–25]
П. Селігей	«До проблеми комунікативних якостей наукового мовлення»	«... <i>головними</i> : логічність, стислість, точність, ясність; <i>потрібними</i> : об'єктивність, зв'язність, виразність, дієвість, дохідливість, достатність, змістовність, послідовність, пропорційність, структурованість, цілеспрямованість, доречність, правильність, чистота; <i>допустимими</i> : експресивність, багатство, естетичність, образність, ритмічність, різноманітність» [15, с. 13]
О. Семенов	«Культура наукової української мови»	«... інформативність, нормативність мовлення, предметність, понятійність, об'єктивність, однозначність, точність, доказовість» [21, с. 63]
Н. Лисенко, Н. Піддубна, О. Тележкіна	«Культура наукової мови»	Абстрагованість, логічність, точність, ясність, об'єктивність [22, с. 26]
Н. Бабич	«Культура фахового мовлення»	Інформативність, логічність викладу, чіткість композиції, точність, об'єктивність, доказовість, переконливість, насиченість наукового тексту термінами як показниками наукової спрямованості тексту, складність та розлогість синтаксичних конструкцій (в тому числі наявність зворотів, вставлених конструкцій тощо) [23, с. 18]

Науковий стиль української мови словами вченої А. Коваль — категорія історична. Він формувався як ступінь розвитку літературної мови, під впливом розвитку науки в Україні, а також під впливом діяльності письменників, учених, громадських діячів [24]. Узагальнено історію розвитку наукового мовлення в Україні кінця XIX — поч. XXI ст. представлено у табл. 2.

Специфіка наукового стилю виявляється в лексиці, морфології, синтаксисі (табл. 3).

Більшість науковців виділяють три різновиди (підстили) наукового стилю: власне науковий (інформація призначена для фахівців певної галузі, жанри: монографія, стаття, доповідь, реферат, повідомлення, тези), науково-популярний (виклад наукових даних для нефахівців, жанри: книга, стаття у неспеціальних журналах, лекція, нарис), науково-навчальний (для спеціального засвоєння наукових знань в освітніх

зкладах, жанри: підручник, посібник, лекція, бесіда, реферат) [8].

З-поміж виокремлених підстилів звернімо увагу на науково-навчальний, вимоги якого враховують під час укладання підручників, посібників та іншої навчальної літератури. Науково-навчальний підстиль виконує головну функцію — навчальну. Він займає проміжне місце між власне науковим і науково-популярним підстилями. Науково-навчальний характеризується доступним викладом інформації, доведення — спрощені, інформація спрямована на активізацію мислення учня, уведення термінологічної лексики є послідовним [8, с. 284].

І. Кочан, досліджуючи науково-навчальні тексти, стверджує, що «такі тексти розраховані на дітей та молодь, тому повинні містити доступну для читача (слухача) інформацію. Вони мають книжний варіант (підручники, посібники) та усний (виклад учителя...)». <...>. Книжні

Розвиток наукового мовлення в Україні  
кінця XIX — поч. XXI ст.

Дата	Подія
1893 р.	Заснування Наукового товариства ім. Т. Шевченка у Львові
1907 р.	Створення Українського наукового товариства у Києві. Розвиток наукового стилю у працях І. Франка, М. Драгоманова, М. Грушевського, А. Кримського та ін.
20-ті — початок 30-х рр. XX ст.	Унормування української наукової термінології на наукових засадах в Інституті української наукової мови (ІУНМ) Академії наук України, робота якого ґрунтувалася на досягненнях українських лінгвістів, письменників, учених, що об'єднувалися у Науковому товаристві ім. Т. Шевченка
Середина 50-х рр. XX ст.	Активізується робота над створенням нових термінологічних словників, на основі суміжних галузей, зокрема математики та радіотехніки, почала формуватися українська термінологія з інформатики та обчислювальної техніки. Вихід українською мовою наукових журналів з різних галузей науки і техніки
60–70-ті рр. XX ст.	Вихід друком понад двадцяти термінологічних словників з різних галузей науки, розвивається теорія терміна й терміносистем. Проблемою дослідження термінології української мови, явищ наукового стилю у контексті розвитку національної мови займаються І. Білодід, М. Бойко, М. Жовтобрюх, В. Коломієць та ін. Українська термінологія опрацьовувалася в діаспорі при Товаристві українських інженерів в Америці (ТУІА)
60-ті–80-ті рр.	Відбувається активне утворення неологізмів, складних слів термінологічного характеру, в яких перший компонент іншомовного походження виступає в ролі префіксоїда (авто-, радіо-, теле-, електро-, мото-, мікро-, кіно-, аеро-, фото-). Здійснюється активне проникнення спеціальної термінології у загальнонародну мову здебільшого завдяки засобам масової інформації — друкуються науково-популярні журнали
1989 р.	Українська мова набула статусу державної. Значно розширилася сфера вживання наукового стилю української мови (видання великої кількості галузевих словників, розроблення держстандартів щодо термінології та номенклатури різних галузей виробництва), більш активне його функціонування спостерігається у навчальних закладах
Кінець XX — початок XXI ст.	У науковому стилі дедалі більше вживають запозичених з інших мов наукових термінів. Відбувається максимальна уніфікація мовних засобів

тексти цього не передбачають. Вони містять лише історичні довідки, визначення, правила, виклад суті» [25, с. 122]. Науковці розглядають такі три аспекти навчальних текстів: інформаційно-змістовний, термінологічний, стилістичний. Інформаційно-змістовний аспект має мотивувати учнів до пізнання, сприяти їхньому інтелектуальному розвитку. Термінологічний аспект покликаний формувати наукове мовлення. Мета стилістичного аспекту — демонстрація зразків писемного й усного мовлення, нормативної граматики, використання мовних одиниць різних рівнів, засобів метакомунікації, які допоможуть логічному оформленню власних висловлювань. Стосовно навчального тексту варто також навести думку Н. Чепелевої, яка акцентує увагу

на його «монологічності — діалогічності», вважаючи, що будь-якому навчальному тексту притаманна діалогічність (апеляція до читача, його потреб, інтересів, запитів) [26, с. 5].

У навчальній літературі молодшої школи часто використовується як науково-навчальний підстиль, так і науково-популярний, для більшого зацікавлення дитини. Науково-популярному підстилю притаманний виклад інформації без аргументації, для нього характерні образність мови, вживання фразеологізмів, ілюстрування тексту.

Вважається, що «основним способом формування у школярів стилістичних умінь є свідоме вживання мовних засобів, що, у свою чергу, залежить від ступеня володіння відповідними

## Загальні мовні засоби наукового стилю

Розділ мовознавства	Особливості
Лексика	Насиченість термінами; використання слів із абстрактним значенням; вживання слів у прямих значеннях; часте використання лексичних засобів, що вказують на зв'язок і послідовність думок; наявність цитат, посилань
Морфологія	Переважає у тексті іменників; маловживаність особових займенників «я» і «ти» і дієслів у формі 1 і 2 особи однини; використання прийому авторизації — авторського «ми» і безособових конструкцій; використання дієприкметників і дієприслівників та зворотів з ними
Синтаксис	Сполучниковий зв'язок; складні конструкції; двоскладні речення з простим дієслівним присудком; безособові речення із присудком, вираженим дієслівними формами на -но, -то; незначне вживання запитальних, окличних речень; часте використання цитат, посилань; використання як компонентів тексту формул, графіків, схем

поняттями і розвитку мовного чуття» [27]. Традиційно навчання стилістики учнів початкових класів передбачає розвиток умінь розрізняти тексти певного стилю. Текстцентричний підхід, на думку відомого українського лінгводидакта М. Пентилюк, дає змогу реалізувати усі завдання навчання мови в комплексі. Вчена вважає, що «текст найповніше розкриває своєрідність граматичної будови мови, семантики слова, найточніше виявляє різноманітність форм і засобів зв'язку мовних одиниць у ньому» [28, с. 253]. Робота з текстами різних стилів передбачає акцентування уваги на різних елементах. Наприклад, у Типовій освітній програмі, розробленій під керівництвом О. Я. Савченко (3–4 клас), у змістовній лінії «Досліджуємо і взаємодіємо з текстами різних видів» зауважено про «цілісне сприймання учнями художніх, науково-художніх текстів, їх аналіз, інтерпретацію з використанням літературознавчих понять (практично); формування умінь висловлювати рефлексивні судження у зв'язку з прочитаним, критично оцінювати інформацію в текстах різних видів та використовувати її для збагачення особистого читацького досвіду» [29]. Навчання наукового мислення та мовлення передбачає і програма того ж самого автора «Я досліджую світ», завданнями якої є набуття дослідницьких умінь, опанування доступних способів пізнання (спостереження, обстеження, дослід,

практична робота, вимірювання, систематизація, класифікація, встановлення логічної та часової послідовності подій, критична оцінка побаченого (почутого), встановлення зв'язків і залежностей у природі і суспільстві тощо) [29]. Очікуваним результатом навчання здобувачів освіти за змістовою лінією «Природа» (3 клас) є, зокрема, те, що учень називає джерела інформації про природу; розрізняє і використовує обладнання для дослідження природи; пояснює необхідність вивчення природи; здійснює пошук та аналіз інформації у різних джерелах; визначає головне в інформації природничого змісту, висловлює враження щодо неї; презентує інформацію про природу у вигляді повідомлення, малюнка, схеми, презентації тощо; проводить спостереження тіл і явищ у найближчому природному оточенні, фіксує результати, презентує їх; ставить і відповідає на запитання щодо дослідження; аналізує основні кроки дослідження, пропонує власні ідеї; формулює припущення і перевіряє їх під час дослідження за наданим або самостійно складеним планом; виконує самостійно / у парі / у групі дослідження за планом / інструкцією; обговорює і презентує результати дослідження у різний спосіб (схеми, фото- чи відеозвіти, презентації, моделі та ін.); формулює з допомогою вчителя висновки; виявляє емоційно-ціннісне ставлення до природи та її вивчення [29]. Все це дає підстави зробити

висновок, що мова стає ключовим елементом у науковій освіті, вона є інструментом, що дає можливість зрозуміти природний світ.

Тема перетину мовної та природничо-наукової освіти доволі поширена у зарубіжній педагогічній літературі і є предметом дослідження багатьох науковців. У їхніх працях наголошено, що учні у процесі навчання повинні набути навичок наукової мови, оскільки майже все те, що ми зазвичай називаємо знаннями, є мовою, і ключ до розуміння предмета — це розуміння його мови [30]. Зарубіжні вчені у своїх доробках доводять, що учні, яких регулярно залучають до наукового осмислення, краще засвоюють науковий зміст, ніж учні, які цього не роблять. Протягом останніх десятиліть зростає інтерес до взаємозв'язку між мовою та сенсосоисленням у навчанні природничих наук з різних точок зору, таких як роль наукової мови в розумінні та участі в навчанні, сенсосоислення як суттєвий аспект наукової грамотності. Сенсотворення вважають мовною практикою, яка включає власні слова учня — як наукові, так і повсякденні. Створення сенсу можна описати як взаємодію трьох галузей знань за допомогою використання мови: опис явищ, використання символічних представлень і зв'язок із відповідними науковими моделями [31].

Важливою умовою для розвитку наукової мови є наявність мовного та дискурсивного середовища, оскільки розуміння наукової мови розвивається лише завдяки її широкому використанню. Для навчання наукової мови це означає:

- надання учням можливостей практикувати наукову мову: головним чином у спільному та автентичному середовищі шляхом осмисленого спілкування та через мовні завдання;
- говоріння, читання, письмо та аудіювання на різних рівнях (словниковий запас, синтаксис, діаграми, малюнки та дискурс);
- роботу з термінами за різними методами;
- формування дослідницьких питань [32].

Саттон зображує дві відмінні епістемічні функції мови в науці: мова може слугувати системою маркування, тобто позначати та передавати встановлені фрагменти знань, або системою інтерпретації — для генерування чи закріплення знань. У цьому тексті Саттон виступає за перехід від позитивістського погляду на мову як на засіб передачі концептуальної інформації до конструктивістської

ідеї — розуміння мови як способу формування сенсу [33].

У фундаментальному дослідженні Лемке «Наука, що говорить» мовиться про те, що наукове навчання, принаймні частково, прирівнюється до навчання «розмовляти науково». Автор вводить сугестивну ідею: розмовну науку можна вважати дуже складним соціальним процесом, який побудований на основі метафори про те, що наука — це іноземна мова, яку вихованці повинні вивчати. На думку Лемке, вивчати науку означає вчитися говорити про науку. «Це також означає навчитися користуватися цією спеціалізованою концептуальною мовою у читанні та письмі, у міркуванні та вирішенні проблем, у керуванні практичними діями в лабораторії та в повсякденному житті. Це означає навчитися спілкуватися мовою науки та діяти як член відповідної спільноти людей. «Говорити про науку» означає спостерігати, описувати, порівнювати, класифікувати, аналізувати, обговорювати, висувати гіпотези, теоретизувати, проводити опитування, оскаржувати, сперечатися, планувати експерименти, дотримуватися процедур, судити, оцінювати, вирішувати, робити висновки, узагальнювати, звітувати, писати, читати лекції, викладати через мову науки» [34, с. 1].

Часто у працях зарубіжних педагогів-дослідників термін «наукова мова учнів» вживається як синонім «академічної мови» [35; 36], ознаками якої є точність інформації, логічність і послідовність висловлювань, аргументованість, доказовість, ясність викладу.

Важливим аспектом, який слід враховувати при викладанні наукової мови, є те, що педагог має виступати взірцем для наслідування наукової мови. Потрібно, щоб учитель свідомо брав на себе цю роль. Скаффолдинг є ключовим поняттям у дослідженнях Брунера, який ще в 1970-х рр. зазначав, що розвиток мовлення потребує наявності системи підтримки. «Скаффолдинг — це процес, який дає можливість дитині чи новачку вирішити проблему, виконати завдання чи досягти мети, що перебуває поза межами його особистих можливостей» [37, с. 89–90]. Обов'язковим також є розуміння педагогом необхідності пропедевтики наукового мовлення як підготовчого етапу, на якому закладаються основи вміння учня формувати дослідницькі питання, висловлювати власні думки чітко, логічно та аргументовано, використовуючи



терміни й нові поняття. Цей процес тісно пов'язаний із розвитком критичного мислення, уміння аналізувати інформацію, будувати наукові тексти, навичок опису дослідницької діяльності, участі у наукових бесідах. Варто враховувати той факт, що пропедевтика наукового мовлення у молодших школярів має свою специфіку та підходи, що пов'язано з віковими особливостями їх мислення. Діти молодшого шкільного віку є допитливими, але їхнє мислення ще конкретне, образне, тому наукові поняття та терміни необхідно подавати в доступній, часом ігровій, формі. Їхній словниковий запас обмежений, тож завдання вчителя — поступово збагачувати його, вчити висловлювати думки за допомогою шаблонів, прикладів, аналізу наукових текстів. Оскільки в учнів цього віку ще переважає наочно-дієве мислення, то для кращого розуміння наукових явищ вони потребують наочних демонстрацій, експериментів, практичних робіт тощо. Тобто одне із завдань педагога, який займається дослідницькою діяльністю з дітьми, має полягати в розвитку мовних (наукових, академічних) здібностей вихованців, а це означає, що навчальні цілі мають бути зосереджені як на предметно-змістовній частині заняття, так і на мовній.

Отже, аналіз науково-педагогічних досліджень дає змогу зробити висновок, що вивчення мови науки є важливою частиною наукової освіти. Відповідно до цього вдосконалення культури наукового мовлення педагога і формування наукового мовлення учнів є важливим і відкритим питанням сьогодення. Оскільки поняття «наукове мовлення учнів» є досить широким і охоплює мисленнєві процеси та мовленнєві уміння особистості, ефективним шляхом набуття цих компетентностей є така організація навчального процесу, яка поєднувала б залучення дітей до дослідницької діяльності і виконання ними завдань, що сприятимуть розвитку наукового мовлення. Тобто викладання дисциплін, зокрема природничо-наукових, має здійснюватися з акцентом на мову науки, використанням спеціальних мовних завдань, що сприяє науковій комунікації, формуванню дослідницьких умінь і кращому засвоєнню предметних знань загалом. Наукове мовлення педагога є складовою частиною мовленнєвої діяльності вихованців. Перспективним напрямом подальших досліджень вважаємо поглиблене вивчення сучасних методів формування наукового мовлення учнів та аналіз його компонентів з метою розроблення

методики пропедевтичного підходу до розвитку наукового мовлення молодших школярів у дослідницькій діяльності в системі Малої академії наук України.

#### Список використаних джерел

1. Science Education for Responsible Citizenship (Report to the European Commission of the Expert Group on Science Education). European Commission, Brussels, 2015. URL: [http://ec.europa.eu/research/swafs/pdf/pub\\_science\\_education/KI-NA-26-893-EN-N.pdf](http://ec.europa.eu/research/swafs/pdf/pub_science_education/KI-NA-26-893-EN-N.pdf) (дата звернення: 30.06.2024).
2. Рамковий документ із природничо-наукової освіти PISA-2025. URL: [https://pisa-framework.oecd.org/science-2025/ukr\\_ukr/](https://pisa-framework.oecd.org/science-2025/ukr_ukr/) (дата звернення: 30.06.2024).
3. Paving way scientifically literate society must begin primary school. URL: <https://www.interacademies.org/news/paving-way-scientifically-literate-society-must-begin-primary-school> (дата звернення: 30.06.2024).
4. Про затвердження Державного стандарту початкової освіти : Постанова Кабінету Міністрів України від 21.02.2018 р. № 87. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/87-2018-%D0%BF#Text> (дата звернення: 30.06.2024).
5. Evagorou M., Osborne J. The role of language in the learning and teaching of science. *Good practice in science teaching: what research has to say* / J. Osborne, J. Dillon (eds.). 2nd edn. New York : Open University Press / McGraw-Hill, 2010. Pp. 135–157.
6. National Research Council. A framework for K-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas. Washington, DC : The National Academies Press, 2012.
7. Потебня О. О. Естетика і поетика слова : збірник / упоряд., вступ. ст., приміт. І. В. Іванько, А. І. Колодної. Київ : Мистецтво, 1985. 302 с.
8. Мацько Л. І., Сидоренко О. М., Мацько О. М. Стилістика української мови. Київ : Вища школа, 2003. 462 с.
9. Селігей П. Науковець і його мова. *Українська мова*. 2012. № 4. С. 18–28.
10. Поліхун Н. І. Дистанційна підтримка дослідницької діяльності учнів : методичні рекомендації. Київ : Інститут обдарованої дитини, 2014. 87 с.
11. Кочерган М. П. Загальне мовознавство : підруч. для студ. філол. спец. вищ. закл. осв. Київ : Видавничий центр «Академія», 1999. 288 с.
12. Тлумачний словник української мови у 20 томах. URL: <https://sum20ua.com/?page=1651&searchWord=%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F&wordid=51922> (дата звернення: 30.06.2024).

13. Семашко Т. Ф. Практична стилістика і культура мовлення : навч. посіб. для студ. філол. спец. Івано-Франківськ : НАІР, 2019. 256 с.
14. Тимкова В. А. Українська мова в науці : навч. посіб. Вінниця : ВВ ВНАУ, 2018. 212 с.
15. Селігей П. О. До проблеми комунікативних якостей наукового мовлення. *Мова*. 2016. № 25. С. 11–17. URL: [http://www.inmo.org.ua/assets/files/Selihey.%20Do%20problemy%20komunikatyvnykh%20yakostey%20\(2016\).pdf](http://www.inmo.org.ua/assets/files/Selihey.%20Do%20problemy%20komunikatyvnykh%20yakostey%20(2016).pdf) (дата звернення: 30.06.2024).
16. Ревуцька С. К., Шапран Д. П., Зінченко В. М. Наукова українська мова : конспект лекцій. Кривий Ріг : ДонНУЕТ, 2020. 119 с.
17. Семенов О. М. Культура наукової української мови : навч. посіб. Київ : Академія, 2010. 216 с.
18. Онуфрієнко Г. С. Науковий стиль української мови : навч. посіб. з алгоритмічними приписами / 2-ге вид., перероб. та доп. Київ : Центр учбової літератури, 2009. 392 с.
19. Коваль А. П. Практична стилістика сучасної української мови / 3-тє вид., доп. і перероб. Київ : Вища шк., 1987. 252 с.
20. Непийвода Н. Ф. Мова української наукової технічної літератури (функціонально-стилістичний аспект) : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д. філол. наук. Київ, 1997. 40 с.
21. Семенов О. М. Культура наукової української мови : навч. посіб. / за ред. Л. І. Мацько. Суми : СумДПУ ім. А. С. Макаренка, 2008. 252 с.
22. Лисенко Н. О., Піддубна Н. В., Тележкіна О. О. Культура наукової мови : навч. посіб. Харків : Видавництво НФаУ, 2013. 271 с.
23. Бабич Н. Д. Культура фахового мовлення : навч. посіб. Чернівці : Книги–ХІІ, 2006. 496 с.
24. Коваль А. П. Науковий стиль сучасної української літературної мови. Київ : Вид-во Київського ун-ту, 1970. 303 с.
25. Кочан І. М. Лінгвістичний аналіз тексту : навч. посіб. / 2-ге вид., перероб. і доп. Київ : Знання, 2008. 423 с.
26. Чепелева Н. В. Психологія читання тексту студентами вузів. Київ : Либідь, 1990. 100 с.
27. Мойсеєнко О. Стилістичні вміння як основа мовленнєвої підготовки молодшого школяра. URL: <http://surl.li/ydmjsz> (дата звернення: 30.06.2024).
28. Практикум з методики навчання української мови в загальноосвітніх закладах: модульний курс : посіб. для студ. пед. універ. та інст. / М. І. Пентиліук та ін. ; за ред. М. І. Пентиліук. Київ : Ленвіт, 2011. 366 с.
29. Типова освітня програма для закл. заг. серед. освіти / розроб. під керівн. О. Я. Савченко. 3–4 класи. 2019. URL: <https://nushub.org.ua/wp-content/uploads/2022/05/typova-osvitnya-programa-3-4-klasy-savchenko-yuliya-romanenko.pdf> (дата звернення: 30.06.2024).
30. Postman N., Weingartner C. Teaching as a Subversive Activity. URL: <https://kairosschool.co.za/wp-content/uploads/2011/02/Teaching-as-a-Subversive-Activity.pdf> (дата звернення: 30.06.2024).
31. Hamnell-Pamment Y. The Role of Scientific Language Use and Achievement Level in Student Sensemaking. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10763-023-10405-7> (дата звернення: 30.06.2024).
32. Mönch C., Markic S. Science Teachers' Pedagogical Scientific Language Knowledge — A Systematic Review. URL: <https://www.mdpi.com/2227-7102/12/7/497> (дата звернення: 30.06.2024).
33. Sutton C. Beliefs about science and beliefs about language. *Int J Sci Educ* 18(1):1–18, 1996.
34. Lemke J. L. Talking science: language, learning, and values. Norwood : Ablex Publishing Corporation, 1990. 261 p.
35. Academic language: a Practical Guide. URL: <https://subjectguides.york.ac.uk/academic-language/home> (дата звернення: 30.06.2024).
36. Barnes Erica M., Grifenhagen Jill F., Dickinson David K. Academic Language in Early Childhood Classrooms. URL: [chrome-extension://efaidnbmn-nnibpcjpcglclefindmkaj/https://library.ecu.edu/networkingsummit/wp-content/pv-uploads/sites/257/2019/07/barnes\\_grifenhagen\\_dickinson.pdf](chrome-extension://efaidnbmn-nnibpcjpcglclefindmkaj/https://library.ecu.edu/networkingsummit/wp-content/pv-uploads/sites/257/2019/07/barnes_grifenhagen_dickinson.pdf) (дата звернення: 30.06.2024).
37. Wood D., Bruner J., Ross G. The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*. 1976. Vol. 17. P. 89–100.

#### References

1. *Science Education for Responsible Citizenship (Report to the European Commission of the Expert Group on Science Education)*. (2015). European Commission, Brussels. Retrieved from [http://ec.europa.eu/research/swafs/pdf/pub\\_science\\_education/KI-NA-26-893-EN-N.pdf](http://ec.europa.eu/research/swafs/pdf/pub_science_education/KI-NA-26-893-EN-N.pdf).
2. Ramkovyi dokument iz pryrodnycho-naukovoї osvity PISA-2025 [PISA-2025 Science framework]. Retrieved from [https://pisa-framework.oecd.org/science-2025/ukr\\_ukr/](https://pisa-framework.oecd.org/science-2025/ukr_ukr/) [in Ukrainian].
3. Paving way scientifically literate society must begin primary school. Retrieved from <https://www.interacademies.org/news/paving-way-scientifically-literate-society-must-begin-primary-school>.
4. Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy Pro zatverdzhennia Derzhavnoho standartu pochatkovoї osvity : vid 21 liut. 2018 roku № 87 [Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine on approval

- State Standard of Primary Education from February 21 2018, № 87]. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/87-2018-%D0%BF#Text> [in Ukrainian].
5. Evagorou, M., & Osborne, J. (2010). *The role of language in the learning and teaching of science*. Good practice in science teaching: what research has to say / J. Osborne, J. Dillon (Eds). (pp. 135–157). New York : Open University Press / McGraw-Hill.
  6. National Research Council. *A framework for K-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas*. (2012). Washington, DC : The National Academies Press.
  7. Potebnia, O. O. (1985). *Estetyka i poetyka slova [Aesthetics and poetics of the word]*. I. V. Ivano, A. I. Kolodna (Eds.). Kyiv : Mystetstvo [in Ukrainian].
  8. Matsko, L. I., Sydorenko, O. M., & Matsko, O. M. (2003). *Stylistyka ukrainskoi movy [Stylistics of the Ukrainian language]*. Kyiv : Vyshcha shkola [in Ukrainian].
  9. Selihei, P. (2012). Naukovets i yoho mova [The scientist and his language]. *Ukrainska mova — Ukrainian language*, 4, 18–28 [in Ukrainian].
  10. Polikhun, N. I. (2014). *Dystantsiina pidtrymka doslidnytskoi diialnosti uchniv [Remote support of students' research activities]*. Kyiv : Instytut obdarovanoi dytyny [in Ukrainian].
  11. Kocherhan, M. P. (1999). *Zahalne movoznavstvo [General linguistics]*. Kyiv : Vydavnychiy tsentr "Akademiia" [in Ukrainian].
  12. Тлумачний словник української мови у 20 томах [Explanatory dictionary of the Ukrainian language in 20 volumes]. Retrieved from <https://sum20ua.com/?page=1651&searchWord=%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0&wordid=51912>; <https://sum20ua.com/?page=1651&searchWord=%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F&wordid=51922> [in Ukrainian].
  13. Semashko, T. F. (2019). *Praktychna stylistyka i kultura movlennia [Practical stylistics and culture of speech]*. Ivano-Frankivsk : NAIR [in Ukrainian].
  14. Tymkova, V. A. (2018). *Ukrainska mova v nau-tsi [Ukrainian language in science]*. Vinnytsia : VV VNAU [in Ukrainian].
  15. Selihei, P. O. (2016). Do problemy komunikatyvnykh yakostei naukovooho movlennia [To the problem of communicative qualities of scientific speech]. *Mova — Language*, 25, 11–17. Retrieved from <http://www.inmo.org.ua/assets/files/Selihey.%20Do%20problemy%20komunikatyvnykh%20yakostey%20> [in Ukrainian].
  16. Revutska, S. K., Shapran, D. P., & Zinchenko, V. M. (2020). *Naukova ukrainska mova [Scientific Ukrainian language]*. Kryvyi Rih : DonNUET [in Ukrainian].
  17. Semenoh, O. M. (2010). *Kultura naukovoï ukrainskoi movy [Culture of scientific Ukrainian language]*. Kyiv : Akademiia [in Ukrainian].
  18. Onufriienko, H. S. (2009). *Naukovyi styl ukrainskoi movy [Scientific style of the Ukrainian language]*. Kyiv : Tsentr uchbovoi literatury [in Ukrainian].
  19. Koval, A. P. (1987). *Praktychna stylistyka suchasnoi ukrainskoi movy [Practical stylistics of the modern Ukrainian language]*. Kyiv : Vyshcha shk. [in Ukrainian].
  20. Nepyivoda, N. F. (1997). *Mova ukrainskoi naukovoï tekhnichnoi literatury (funktsionalno-stylistychnyi aspekt) [The language of Ukrainian scientific and technical literature (functional and stylistic aspect)]*. *Extended abstract of Doctor's thesis*. Kyiv [in Ukrainian].
  21. Semenoh, O. M. (2008). *Kultura naukovoï ukrainskoi movy [Culture of scientific Ukrainian language]*. L. I. Matsko (Ed.). Sumy : SumDPU im. A. S. Makarenka [in Ukrainian].
  22. Lysenko, N. O., Piddubna, N. V., & Tieliezhkina, O. O. (2013). *Kultura naukovoï movy [Culture of scientific language]*. Kharkiv : NFAU Publishing House [in Ukrainian].
  23. Babych, N. D. (2006). *Kultura fakhovoho movlennia [Culture of professional speech]*. Chernivtsi : Knyhy-XII [in Ukrainian].
  24. Koval, A. P. (1970). *Naukovyi styl suchasnoi ukrainskoi literaturnoi movy [Scientific style of modern Ukrainian literary language]*. Kyiv : Vyd-vo Kyivskoho un-tu [in Ukrainian].
  25. Kochan, I. M. (2008). *Linhvistychnyi analiz tekstu [Linguistic analysis of the text]*. Kyiv : Znannia [in Ukrainian].
  26. Chepeleva, N. V. (1990). *Psykhohohiia chytannia tekstu studentamy vuziv [Psychology of text reading by university students]*. Kyiv : Lybid [in Ukrainian].
  27. Moiseienko, O. *Stylistychni vminnia yak osnova movlennievoi pidhotovky molodshoho shkolaria [Stylistic skills as the basis of speech training of a junior high school student]*. Retrieved from <http://surl.li/ydmjsz> [in Ukrainian].
  28. Pentyliuk, M. I., Bakum, Z. P., Horoshkina, O. M., Karaman, S. O., Karaman, O. V., Nikitina, A. V. et al. (2011). *Praktykum z metodyky navchannia ukrainskoi movy v zahalnoosvitnikh zakladakh [Workshop on methods of teaching the Ukrainian language in general education institutions]*. M. I. Pentyliuk (Ed.). Kyiv : Lenvit [in Ukrainian].
  29. Savchenko, O. Ya. (Ed.). (2019). *Typova osvithnia prohrama dlia zakl. zah. sered. osvity. 3–4 klasy [A typical educational program for general among. education*

- 3–4 classes]. Retrieved from <https://nushub.org.ua/wp-content/uploads/2022/05/typova-osvitnya-programa-3-4-klasy-savchenko-yuliya-romanenko.pdf> [in Ukrainian].
30. Postman, N., & Weingartner, C. *Teaching as a Subversive Activity*. Retrieved from <https://kairosschool.co.za/wp-content/uploads/2011/02/Teaching-as-a-Subversive-Activity.pdf>.
31. Hamnell-Pamment, Y. *The Role of Scientific Language Use and Achievement Level in Student Sensemaking*. Retrieved from <https://link.springer.com/article/10.1007/s10763-023-10405-7>.
32. Mönch, C., & Markic, S. *Science Teachers' Pedagogical Scientific Language Knowledge — A Systematic Review*. Retrieved from <https://www.mdpi.com/2227-7102/12/7/497>.
33. Sutton, C. (1996). *Beliefs about science and beliefs about language*. *Int J Sci Educ* 18(1):1–18.
34. Lemke, J. L. (1990). *Talking science: language, learning, and values*. Norwood : Ablex Publishing Corporation.
35. Academic language: a Practical Guide. Retrieved from <https://subjectguides.york.ac.uk/academic-language/home>.
36. Barnes, Erica M., Grifenhagen, Jill F., & Dickinson, David K. *Academic Language in Early Childhood Classrooms*. Retrieved from [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://library.ecu.edu/networkingsummit/wp-content/uploads/sites/257/2019/07/barnes\\_grifenhagen\\_dickinson.pdf](chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://library.ecu.edu/networkingsummit/wp-content/uploads/sites/257/2019/07/barnes_grifenhagen_dickinson.pdf).
37. Wood, D., Bruner, J., & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 17, 89–100.

I. M. Shevchenko

#### SCIENTIFIC SPEECH: LINGUISTIC AND PEDAGOGICAL ASPECTS

**Abstract.** *The article considers the problem of the development of scientific communication in the context of modern educational requests, in particular, the formation of scientific literacy of students. A general analysis of research and publications on current issues of scientific style, educational and research activities of students and the formation of their scientific speech is presented. The history of the formation of the scientific style of the Ukrainian language is analytically presented — the stages of development and research of the scientific language. The conceptual field of the term “scientific speech” is systematized, including such basic concepts as: “language”, “speech”, “language functions”, “communicative qualities of speech”, “functional style”, “scientific style”, “functions of scientific style”, “substyles of scientific speech” etc. The development of scientific broadcasting in Ukraine at the end of the 19th century is presented chronologically. 21st century The factors that determine the linguistic-stylistic specificity of the scientific style and cause the separation of scientific and educational speech into a separate variety are outlined. Emphasis is placed on the importance of educational texts in the development of students’ speech, which are characterized by informative, substantive, terminological, and stylistic aspects. Attention is focused on the text-centric approach developed by modern pedagogues-scientists to the development of students’ scientific speech. Some features of the understanding of the language of science by foreign scientists are considered. The results of the analysis of scientific domestic and foreign sources indicate that the problem of the formation of scientific speech of students, in particular of younger schoolchildren, requires further study, generalization and systematization.*

**Keywords:** *scientific literacy, primary school students, research activity, language, speech, thinking, functional style, scientific style, scientific and educational speech as a substyle.*

#### ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРА

**Шевченко Ірина Миколаївна** — методистка, НЦ «Мала академія наук України», аспірантка, наукова співробітниця, Інститут обдарованої дитини НАПН України, м. Київ, Україна, [i.shevchenko@man.gov.ua](mailto:i.shevchenko@man.gov.ua); ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-9166-7227>

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

**Shevchenko I. M.** — Methodist, NC “Junior Academy of Sciences of Ukraine”, post graduate student, researcher, the Institute of Gifted Children of the NAES of Ukraine, Kyiv, Ukraine, [i.shevchenko@man.gov.ua](mailto:i.shevchenko@man.gov.ua); ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-9166-7227>

Стаття надійшла до редакції / Received 16.07.2024

Архів випусків збірника 2012–2019 рр. [http://man.gov.ua/ua/resource\\_center/publishing/edition-355](http://man.gov.ua/ua/resource_center/publishing/edition-355)

Сайт збірника <http://snman.science/index.php/sn/about>

Адреса для листування:

вул. Дегтярівська, 38–44, м. Київ, 04119

Ел. адреса: [man.zapysky@gmail.com](mailto:man.zapysky@gmail.com), тел. (044) 489-55-99

Літературне редагування — **Ірина Братащук, Наталія Гетьман,  
Олег Нечипоренко, Зоя Пономаренко,  
Тетяна Рябокінь**

Дизайн і верстка — **Лариса Северенчук**  
Дизайн обкладинки — **Богдан Лісовський**

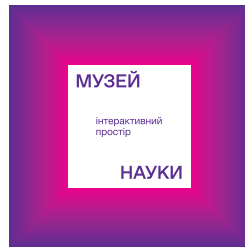
Підписано до друку 23.10.2024 р. Формат 60×84 1/8.

Ум. друк. арк. 17,44. Наклад 300 прим. Зам. № 020524.

Видавництво: Національний центр «Мала академія наук України»,  
Кловський узвіз, буд. 8, м. Київ, 01021

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру видавців:  
серія ДК № 6999 від 04.12.2019 р.

СПЛАНУЙ СВІЙ ВІЗИТ, КУПИВШИ  
КВИТОК НА САЙТІ  
[SCIENCEMUSEUM.COM.UA](http://SCIENCEMUSEUM.COM.UA).



# МУЗЕЙ НАУКИ ВІТАЄ ТЕБЕ!

Ми не довідник і не філія «Google», не даємо відповідей на запитання. В першому державному Музеї науки Малої академії наук України ти зможеш сам зрозуміти, збудувати, випробувати, відчути, поекспериментувати.

Тут є 7 тематичних експозицій: «Дивна матерія», «Оптика», «Акустика», «Людина», «Великі винаходи», «Астрономія», «Українські вчені». Усі вони складаються з інтерактивних експонатів із Канади, Польщі, США та України.

## ЕКСПОЗИЦІЯ «ДИВНА МАТЕРІЯ»

Виставка присвячена матеріалознавству, роботі з найкрихітнішими частинками речовини – молекулами й атомами. Їх дослідження дасть змогу зрозуміти, як удосконалити властивості матеріалів чи навіть створити абсолютно нові. Тут ти спробуєш розбити загартоване скло кулею для боулінгу, а також повернути до початкової форми деформований предмет. Подивися на зразок одного з найбільших у світі кристалів і дізнайся, як створити мікрочип із піску.

## ЕКСПОЗИЦІЯ «АКУСТИКА»

Простір, що розкаже тобі більше про звук – його фізичну природу, властивості, а також про можливості, які відкриває знання про світ звуків. Тут можна буквально побачити свій

голос, частоту звуку, почути його через акустичні дзеркала.

## ЕКСПОЗИЦІЯ «ОПТИКА»

Виставка «Оптика» знайомить з оптичними приладами й можливостями, які вони надають. Тут ти відкриєш для себе світ кольору та пізнаєш, із чого складається світло.

Експериментуючи, дізнайся, як працює змішування кольорів і як виникає веселка, що таке поляризація світла та багато іншого.

## ЕКСПОЗИЦІЯ «ВЕЛИКІ ВИНАХОДИ»

Азбука Морзе, міст Леонардо і гвинт Архімеда... Що спільного між цими експонатами? У цій частині музею відвідувач дізнається про надзвичайно важливі винаходи, без яких людство не змогло б створити сучасну цивілізацію.

## ЕКСПОЗИЦІЯ «ЛЮДИНА»

Простір, який розкаже тобі більше про принципи роботи людського організму.

Тут ти зможеш: подивитися крізь окуляри, що перевертають зір; виміряти швидкість реакції на світло і звук; пограти із зоровими ілюзіями; роздивитися анатомічну будову черевної порожнини людини; спробувати відчуття час та багато іншого.

ЩО ВПЛИВАЄ  
НА КОЛІР ОЧЕЙ?

ЯКІ ВІЗЕРУНКИ  
МАЛЮЄ ЗВУК?

СКІЛЬКИ УДАРІВ КУЛЕЮ  
ДЛЯ БОУЛІНГУ ВИТРИМАЄ  
ЗАГАРТОВАНЕ СКЛО?

ЧИ Є В ТІЛІ ЛЮДИНИ  
ПІННІ СТРУКТУРИ?

ЯК ЗБУДУВАТИ  
МІСТ БЕЗ ГВІЗДКІВ?



На тебе чекають дві неймовірні години досліджень, експериментів та яскравих вражень. У просторі Музею науки є інтерпретатори, які допоможуть проаналізувати й зрозуміти побачене явище. Сміливо запитуй у них про все на світі. Вони допоможуть саме тобі знайти відповіді на тисячі запитань!

**У МУЗЕЇ НАУКИ МОЖНА ЗАМОВИТИ  
ЗАНЯТТЯ, АДАПТОВАНІ ДО РІЗНОГО ВІКУ.**

Хочеш з наукової точки зору подивитися на всім відомі історії про Алісу в Задзеркаллі та Гаррі Поттера? Чи пройти квест **#наукавсюди** і з компасом та картою шукати відгадки серед експонатів?

## ОБИРАЙ ЗІ СПИСКУ ТЕМ:

- Аліса в Задзеркаллі (1–4 клас)
- Гаррі Поттер та Музей науки (3–6 клас)
- Від ложки до GPS (4–7 клас)
- Швидше, вище, сильніше!  
(для дорослих та родин)
- Квест #наукавсюди
- Заняття з англійської мови за методикою CLIL (8–14 років)

**Для бронювання візиту пишіть  
на електронну пошту музею  
[info.museum@man.gov.ua](mailto:info.museum@man.gov.ua).**